

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS KONDISI TOILET
BERDASARKAN GAS SERTA SUHU BERBASIS SENSOR MQ135
DAN DHT11 MENGGUNAKAN METODE *NAIVE BAYES*
SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:
Didik Wahyu Saputra
NIM : 145150300111094



PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

**SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS KONDISI TOILET BERDASARKAN GAS SERTA SUHU
BERBASIS SENSOR MQ135 DAN DHT11 MENGGUNAKAN METODE NAIVE BAYES**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :
Didik Wahyu Saputra
NIM: 145150300111094

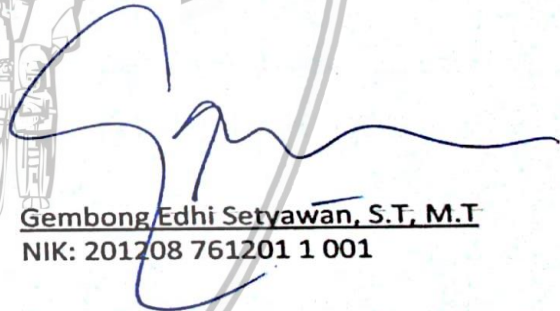
Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
28 Desember 2018
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Rizal Maulana, S.T., M.T., M.Sc
NIK: 2016078910091001

Dosen Pembimbing II



Gembong Edhi Setyawan, S.T., M.T
NIK: 201208 761201 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D
NIK: 197105182003121001

P

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 22 November 2018



Didik Wahyu Saputra

NIM: 145150300111094

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat, taufik, hidayah, inayahdan berkahnyalah penulis dapat menyelesaikan penelitian dan Laporan Skripsi untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer yang berjudul “SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS KONDISI TOILET BERDASARKAN GAS SERTA SUHU BERBASIS SENSOR MQ135 DAN DHT11 MENGGUNAKAN METODE *NAIVE BAYES*”.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan skripsi ini, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapai. Namun penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan laporan ini tidak lain berkat bantuan, dorongan semangat, motivasi dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga kendala-kendala yang penulis hadapi dapat teratasi. Penghargaan dan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Darmo Subroto, Ibu Kanip, dan Shelviana Mega Saputri selaku orang tua dan saudara penulis yang selalu memberikan motivasi, semangat serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
3. Bapak Dahnia Syauqy, S.T., M.T., M.Sc selaku Ketua Prodi Teknik Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Rizal Maulana, S.t., M.t., M.Sc selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan arahan dan bimbingannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan dan bimbingannya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
6. Tunggal Manda, Yoga Sukma Pradana, dan teman-teman Komunitas Robotik, kos remujung 54d, dan teman-teman program studi Teknik Komputer angkatan 2014 yang telah membantu secara teknis dalam pengerjaan skripsi ini

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan yang perlu disempurnakan dan dibenahi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacannya.

Malang, 22 November 2018

Penulis

Didikwsa2112@gmail.com

ABSTRAK

Kesehatan lingkungan adalah salah satu komponen penting yang sangat berpengaruh bagi kehidupan dan kesehatan manusia. Lingkungan yang bersih serta sehat akan membuat setiap individu disekitarnya nyaman dan meningkatkan kualitas kehidupannya. Toilet merupakan bagian dari lingkungan yang keberadaanya menjadi hal yang sangat penting. Buruknya kualitas toilet memudahkan penularan bakteri serta perkembangan bibit penyakit. Berdasarkan permasalahan tersebut dibuatlah sistem yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kualitas toilet berdasarkan beberapa parameter. Pada penelitian ini parameter-parameter yang digunakan dalam melakukan perbandingan kualitas toilet adalah bau serta suhu pada toilet. Dimana untuk parameter bau terdiri dari gas amonia, karbondioksida, serta karbonmonoksida. Gas-gas tersebut merupakan gas yang sering dihasilkan pada aktivitas manusia saat berada pada toilet. Proses penentuan kualitas toilet melalui gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida, serta suhu diperoleh dari pembacaan dua sensor MQ135 dan sensor DHT11 oleh mikrokontroler Arduino Uno dengan menggunakan metode *Naive Bayes*. Penggunaan metode *Naive Bayes* dipilih sebagai teknik pengambilan keputusan kondisi toilet karena memiliki akurasi yang sangat baik dimana kelas penggolongan jenis kondisi toilet sudah diketahui sejak awal. Dari hasil beberapa kali pengujian pembacaan dua buah sensor MQ135 memiliki korelasi yang sangat tinggi dengan tegangan keluarannya. Dimana untuk pembacaan amonia memiliki korelasi sebesar 99.13%, karbonmonoksida memiliki korelasi 99.66%, dan karbondioksida 99.22%. Sedangkan untuk pembacaan suhu sensor DHT11 memiliki presentasi *error* sebesar 0.502%. Selanjutnya pada pengujian sistem metode *Naive Bayes* dengan jumlah data latih sebanyak 55 data dan data uji sebanyak 25 data, diperoleh akurasi sebesar 96% dengan waktu komputasi rata-rata selama 4.59 detik.

Kata Kunci: Kondisi Toilet, DHT11, MQ135, *Naive Bayes*

ABSTRACT

Environmental health is one of the important components that are very influential for human life and health. A clean and healthy environment will make every individual around him comfortable and improve the quality of his life. Toilets are part of an environment that is very important. The poor quality of the toilet facilitates the transmission of bacteria and the development of germs. Based on these problems a system was created that could be used to classify the quality of toilets based on several parameters. In this study the parameters used in comparing the quality of the toilet are odor and temperature on the toilet. Where for odor parameters consists of ammonia gas, carbon dioxide, and carbon monoxide. These gases are gases that are often produced in human activities when on the toilet. The process of determining toilet quality through ammonia, carbon monoxide, carbon dioxide, and temperature is obtained from reading two MQ135 sensors and DHT11 sensors by the Arduino Uno microcontroller using the Naive Bayes method. The use of the Naive Bayes method was chosen as a decision making technique for toilet conditions because it has very good accuracy where the class of toilet type classification has been known from the beginning. From the results of several tests the reading of two MQ135 sensors has a very high correlation with the output voltage. Where for ammonia reading has a correlation of 99.13%, carbon monoxide has a correlation of 99.66%, and carbon dioxide 99.22%. Whereas for the temperature reading of the DHT11 sensor it has a presentation error of 0.502%. Furthermore, in testing the Naive Bayes method system with a total of 55 training data and test data as many as 25 data, obtained an accuracy of 96% with an average computing time of 4.59 seconds.

Keywords: Toilet Conditions, DHT11, MQ135, *Naive Bayes*

DAFTAR ISI

SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS KONDISI TOILET BERDASARKAN GAS SERTA SUHU BERBASIS SENSOR MQ135 DAN DHT11 MENGGUNAKAN METODE <i>NAIVE BAYES</i> ..i	
SKRIPSI.....i	
PENGESAHANError! Bookmark not defined.	
PERNYATAAN ORISINALITASii	
KATA PENGANTAR.....iv	
ABSTRAK.....v	
ABSTRACTvi	
DAFTAR ISIvii	
DAFTAR TABEL.....xi	
DAFTAR GAMBAR.....xii	
DAFTAR LAMPIRANxiii	
BAB 1 PENDAHULUAN..... 1	
1.1 Latar Belakang..... 1	
1.2 Rumusan Masalah..... 2	
1.3 Tujuan 3	
1.4 Manfaat..... 3	
1.5 Batasan Masalah..... 3	
1.6 Sistematika Pembahasan..... 3	
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN 5	
2.1 Tinjauan Pustaka 5	
2.2 Dasar Teori..... 9	
2.2.1 Sistem Metabolisme dan Ekskresi Manusia..... 9	
2.2.2 Kondisi Toilet Indonesia 10	
2.2.3 Akibat Buruknya Toilet..... 11	
2.2.4 Arduino Uno 11	
2.2.5 MQ135 Sensor..... 12	
2.2.6 Metode <i>Naive Bayes</i> 14	
BAB 3 METODOLOGI 17	
3.1 Metodologi Penelitian 17	
3.2 Studi Literatur 18	

3.3 Analisis Kebutuhan Sistem.....	18
3.3.1 Gambaran Umum Sistem	18
3.3.2 Kebutuhan Fungsional.....	18
3.3.3 Kebutuhan Non Fungsional.....	19
3.4 Perancangan Sistem.....	19
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras	19
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak.....	20
3.5 Implementasi	20
3.6 Pengujian dan Analisis	20
3.7 Kesimpulan.....	21
BAB 4 ANALISIS Kebutuhan.....	22
4.1 Gambaran Umum Sistem.....	22
4.2 Analisis Kebutuhan	23
4.2.1 Kebutuhan Fungsional.....	23
4.2.2 Kebutuhan Non Fungsional.....	23
4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras.....	24
4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak.....	25
4.3 Batasan Desain Sistem	26
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	27
5.1 Perancangan Sistem.....	27
5.1.1 Perancangan <i>Prototype</i> Alat Klasifikasi Kualitas Kondisi Toilet ..	27
5.1.2 Perancangan Perangkat Keras	30
5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	32
5.1.3.1 Perancangan Proses Kalibrasi MQ135	32
5.1.3.2 Perancangan Pengambilan Data Sensor	35
5.1.3.3 Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi Naive Bayes.....	36
5.1.3.4 Perancangan Perhitungan Prior	37
5.1.3.5 Perancangan Perhitungan Fungsi Gaussian	37
5.1.3.6 Perancangan Perhitungan Fungsi PropPosterior	38
5.2 Implementasi Sistem	41
5.2.1 Implementasi <i>Prototype</i> Sistem Klasifikasi Kualitas Kondisi Toilet	41
5.2.2 Implementasi Perangkat Keras	41

5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak.....	42
5.2.3.1 Implementasi Kode Program Proses Akuisisi Data Gas	44
5.2.3.2 Implementasi Kode Program Trigger Pengambilan Data.....	45
5.2.3.3 Implementasi Kode Program Inisialisasi Naive Bayes	46
5.2.3.4 Kode Program Nilai Prior, Mean, dan Standart Deviasi	47
5.2.3.5 Implementasi Kode Program Fungsi Gaussian.....	47
5.2.3.6 Implementasi Kode Program Fungsi ProbPosterior.....	48
5.2.3.7 Implementasi Kode Program Menarik Kesimpulan	48
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	50
6.1 Pengujian Akurasi Sensor MQ135 Amonia	50
6.1.1 Tujuan Pengujian.....	50
6.1.2 Prosedur Pengujian.....	50
6.1.3 Hasil Pengujian	51
6.1.4 Analisis Hasil Pengujian.....	52
6.2 Pengujian Akurasi Sensor MQ135 Karbonmonoksida	52
6.2.1 Tujuan Pengujian.....	52
6.2.2 Prosedur Pengujian	52
6.2.3 Hasil Pengujian	53
6.2.4 Analisis Hasil Pengujian	54
6.3 Pengujian Akurasi Sensor MQ135 Karbondioksida	54
6.3.1 Tujuan Pengujian.....	54
6.3.2 Prosedur Pengujian	55
6.3.3 Hasil Pengujian	55
6.3.4 Analisis Hasil Pengujian.....	56
6.4 Pengujian Akurasi Sensor DHT1.....	56
6.4.1 Tujuan Pengujian.....	57
6.4.2 Prosedur Pengujian	57
6.4.3 Hasil Pengujian	57
6.4.4 Analisis Hasil Pengujian	58
6.5 Pengujian Tampilan Pada LCD I2C 16x2.....	58
6.5.1 Tujuan Pengujian.....	58
6.5.2 Prosedur Pengujian	58
6.5.3 Hasil Pengujian	59

6.5.4 Analisis Hasil Pengujian.....	59
6.6 Pengujian Akurasi Hasil Klasifikasi <i>Naive Bayes</i>	60
6.6.1 Tujuan Pengujian.....	60
6.6.2 Prosedur Pengujian	60
6.6.3 Hasil Pengujian	60
6.6.4 Analisis Hasil Pengujian.....	61
6.7 Pengujian Waktu Komputasi Sistem.....	62
6.7.1 Tujuan Pengujian.....	62
6.7.2 Prosedur Pengujian	62
6.7.3 Hasil Pengujian	62
6.6.4 Analisis Hasil Pengujian.....	63
BAB 7 PENutup	64
7.1 Kesimpulan.....	64
7.2 Saran.....	65
DAFTAR Pustaka	66
Lampiran A Data LATIH	68
Lampiran B Data UJI	70
Lampiran C KODE PROGRAM KESELURUHAN SISTEM PENDETEKSI KUALITAS KONDISI TOILET	71
C.1 Kode Program Untuk Menentukan Nilai Rs Dan Ro	71
C.2 Kode Program Pembacaan Sensor	71
C.3 Kode Program Klasifikasi <i>Naive Bayes</i>	73
C.4 Kode Program Utama	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Pustaka Penelitian Sebelumnya	7
Tabel 5.1 Koneksi Pin LCD I2C 16x2 Dengan Arduino Uno	30
Tabel 5.2 Keterangan Koneksi Pin MQ135 Dengan Arduino Uno	31
Tabel 5.3 Keterangan Koneksi Pin Pin MQ135 Dengan Arduino Uno	31
Tabel 5.4 Keterangan Koneksi Pin DHT11	31
Tabel 5.5 Nilai Mean Untuk Setiap Kondisi	39
Tabel 5.6 Nilai Standart Deviasi Untuk Setiap Kondisi	40
Tabel 5.7 Nilai Gaussian Untuk Setiap Fitur	40
Tabel 5.8 Kode Program Inisialisasi Library Sistem Klasifikasi	42
Tabel 5.9 Kode Program Inisialisasi Semua Variabel Global	43
Tabel 5.10 Kode Program Proses Akuisisi Data Gas Amonia	44
Tabel 5.11 Kode Program Proses Akuisisi Data Gas CO Dan CO2	45
Tabel 5.12 Kode Program <i>Trigger</i> Pengambilan Data	45
Tabel 5.13 Kode Program Inisialisasi <i>Naive Bayes</i>	46
Tabel 5.14 Kode program Nilai Prior, Mean, dan Standart Deviasi	47
Tabel 5.15 Kode Program Fungsi <i>Gaussian</i>	47
Tabel 5.16 Kode Program Fungsi <i>Probpsterior</i>	48
Tabel 5.17 Kode program menarik kesimpulan	48
Tabel 6.1 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor MQ135 Terhadap Gas Amonia	51
Tabel 6.2 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor MQ135 Terhadap Gas Karbonmonoksida	53
Tabel 6.3 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor MQ135 Terhadap Gas Karbondioksida	55
Tabel 6.4 Hasil Pengujian Sensor DHT11	57
Tabel 6.5 Hasil Pengujian Tampilan LCD 16x2	59
Tabel 6.6 Data Uji dan Hasil Pengujian <i>Naive Bayes</i>	60
Tabel 6.7 Implementasi Kode Program Menghitung Waktu	62
Tabel 6.8 Rata-rata Waktu Komputas	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi penelitian pertama	5
Gambar 2.2 Gambar penelitian kedua	6
Gambar 2.3 Gambar penelitian ketiga	6
Gambar 2.4 Gambar penelitian keempat	7
Gambar 2.5 Sistem Metabolisme dan Ekskresi	9
Gambar 2.6 Toilet Sehat	10
Gambar 2.7 Akibat Buruknya Toilet	11
Gambar 2.8 Arduino Uno	11
Gambar 2.9 MQ135 Sensor	12
Gambar 2.10 MQ135 Sensor Grafik	13
Gambar 3.1 Diagram alur metodologi penelitian	17
Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem	19
Gambar 3.3 Blok Diagram Perangkat Lunak	20
Gambar 4.1 Blok Diagram Sistem	22
Gambar 5.1 <i>Prototype</i> Alat Tampak Depan	27
Gambar 5.2 <i>Prototype</i> Alat Tampak Dalam	28
Gambar 5.3 Alat Tampak Samping	29
Gambar 5.4 <i>Prototype</i> Alat Pendeteksi Gas Dan Suhu Pada Toilet	29
Gambar 5.5 Perancangan Skematik Perangkat	30
Gambar 5.6 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak	32
Gambar 5.7 Flowchart Kalibrasi MQ135	33
Gambar 5.8 Diagram Perancangan Perangkat Lunak Pengambilan Data Sensor	35
Gambar 5.9 Diagram alir Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi	36
Gambar 5.10 Diagram Alir Perhitungan Nilai Prior	37
Gambar 5.11 Diagram Perhitungan Fungsi Gaussian	37
Gambar 5.12 Diagram Alir Perhitungan ProbPosterior	38
Gambar 5.13 Implementasi <i>Prototype</i> Alat Pendeteksi Gas dan Suhu	41
Gambar 5.14 Implementasi <i>Prototype</i> Alat Pendeteksi Gas dan Suhu	42
Gambar 6.1 Analisis Korelasi Kadar Amonia Dengan Vout	52
Gambar 6.2 Analisis Korelasi Kadar Karmonoksida Dengan Vout	54
Gambar 6.3 Analisis Korelasi Kadar Karmonoksida Dengan Vout	56

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA LATIH.....	69
LAMPIRAN B DATA UJI.....	71
LAMPIRAN C KODE PROGRAM SISTEM KLASIFIKASI KUALITAS KONDISI TOILET	72
C.1 Kode Program Untuk Menentukan Nilai Rs Dan Ro.....	72
C.2 Kode Program Pembacaan Sensor	72
C.3 Kode Program Klasifikasi <i>Naive Bayes</i>	74
C.4 Kode Program Utama.....	74



BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini memaparkan terkait latar belakang permasalahan sehingga dijadikan sebagai bahan penelitian, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat penelitian yang dilakukan, batasan masalah serta sistematika pembahasan

1.1 Latar Belakang

Metabolisme adalah serangkaian reaksi-reaksi kimia yang dikatalisai oleh enzim-enzim yang mengubah senyawa-senyawa organik yang satu menjadi senyawa yang lain yang penting bagi organisme. Metabolisme adalah proses di mana tubuh mengubah zat gizi yang telah diserap oleh tubuh menjadi energi untuk digunakan dalam menjalankan fungsi tubuh. Proses ini bisa terjadi di berbagai sel dalam tubuh. Energi ini yang selanjutnya digunakan untuk menunjang segala fungsi tubuh, dari bernapas, berpikir, hingga Anda melakukan berbagai aktivitas dalam satu hari (Etika, 2017). Proses metabolisme sendiri menghasilkan energi dan zat yang berguna bagi kehidupan manusia. Selain itu, dari proses metabolisme juga menghasilkan zat sisa yang merupakan racun bila tetap berada di dalam tubuh. Oleh karena itu, zat sisa harus dikeluarkan dari tubuh melalui sistem ekskresi. Ekskresi yang dilakukan oleh manusia memiliki dua wujud yaitu cair berupa urin dan keringat, dan padat berupa feses.

Seseorang yang sehat bisa buang air kecil sebanyak empat sampai sepuluh kali dalam kurun waktu satu hari dan waktu 24 jam, frekuensi normalnya untuk buang air kecil adalah 6-8 kali. Sedangkan banyaknya jumlah urin yang dikeluarkan dalam sehari berkisar antara 400 sampai 2.000 mL, dengan asupan cairan normal yaitu sekitar 2 liter setiap harinya. Disinilah toilet menjadi sebuah fasilitas yang sangat vital dan penting perannya untuk menunjang berbagai aktivitas manusia. Kita tahu toilet menjadi sebuah tempat dalam melakukan berbagai aktivitas ekskresi (mengeluarkan zat sisa metabolisme). Kebutuhan manusia dalam melakukan aktivitas ekskresi menjadikan pentingnya toilet di berbagai tempat baik di rumah, perkantoran, maupun pada berbagai fasilitas publik. Hal tersebut perlu diimbangi dengan toilet yang layak pakai dengan memperhatikan kebersihan, kenyamanan, serta kesehatan bagi penggunaannya sehingga tercipta toilet yang ramah lingkungan.

Tetapi kondisi toilet di Indonesia masih sangat kurang memadai apabila dilihat dari segi kualitas kebersihan dan kenyamanan. *Work Economic Forum (WEF)* pada 2014 menilai kualitas toilet di Indonesia berada di peringkat 40 dari 140 negara, itu berarti kualitas toilet di Indonesia masih sangat rendah. Selain itu, data Badan Pusat Statistik (BPS) pada 2011 menunjukkan akses sanitasi yang layak di Indonesia baru sebesar 55,6%. BPS mengungkapkan pula baru 65,20% masyarakat Indonesia memiliki toilet sendiri, 13,37% menggunakan toilet bersama, 17,78% tak memiliki toilet, dan 3,65% mengakses toilet umum (Geotimes, Fasilitas Toilet Umum Di Indonesia Masih Memprihatinkan, 2015).

Buruknya kualitas toilet dapat menimbulkan ketidaknyaman bagi pengguna serta dapat berdampak bagi kesehatan pengguna. Keadaan toilet yang kotor memudahkan penularan bakteri dan perkembangan bibit penyakit. Setiap 20 menit kuman dapat berkembang biak dengan cepat dan dalam kurun waktu 24 jam 1 sel dapat menjadi 8 juta sel. Menurut *UNICEF* sepertiga masyarakat di dunia menderita infeksi cacing karena penggunaan toilet yang kotor dan 1800 anak meninggal karena diare setiap harinya.

Pada penelitian ini akan membahas sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mendeteksi gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida serta suhu pada toilet yang dapat digunakan sebagai parameter dalam menentukan kualitas toilet. Zat-zat sisa sebagai hasil ekskresi yang dikeluarkan tubuh antara lain karbon dioksida (CO_2), amonia (NH_3), dan air (H_2O). Oleh sebab itu amonia dapat dijadikan sebagai salah satu material yang dapat dijadikan sebagai parameter dalam menentukan kebersihan toilet. Sementara itu tidak kalah penting karbonmonoksida serta suhu juga dapat digunakan sebagai penunjang dalam menentukan kebersihan, kenyamanan, serta kesehatan toilet. Karbonmonoksida sendiri merupakan gas yang sulit dideteksi karena tidak berbau dan berwarna dan terdapat bebas pada atmosfer bumi. Pada kondisi normal gas karbonmonoksida tidak akan memberikan dampak serius pada kesehatan. Tetapi apabila pada kondisi yang melebihi ambang batas gas karbonmonoksida (CO) dapat memberikan dampak serius pada kesehatan sampai berujung pada kematian.

Selanjut dalam menentukan baik atau tidaknya kondisi kualitas toilet diperlukan sebuah metode yang tepat untuk melakukan klasifikasi. Metode *Naive Bayes* merupakan metode klasifikasi yang sangat efektif dan efisien karena dalam melakukan klasifikasi *Naive Bayes* dapat bekerja secara independen pada setiap fitur-fitur objek yang akan dilakukan klasifikasi. Metode *Naive Bayes* adalah sebuah metode yang hanya membutuhkan jumlah data pelatihan yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian. Karena yang diasumsikan sebagai variabel independen, maka hanya varian dari suatu variabel dalam sebuah kelas yang dibutuhkan untuk menentukan klasifikasi, bukan keseluruhan dari matriks kovarians. Metode *Naive Bayes* dipilih karena merupakan salah satu metode karena merupakan metode klasifikasi yang sangat baik walaupun dengan data latih relatif sedikit. Metode *Naive Bayes* juga dapat beradaptasi dengan data latih yang berbeda-beda, dalam implementasinya sendiri *Naive Bayes* dapat memberikan probabilitas nilai dari suatu klasifikasi serta dapat menentukan nilai dari banyak fitur. Ketika data yang digunakan mengalami penambahan atau pengurangan *Naive Bayes* hanya perlu melakukan sedikit perubahan terhadap perhitungannya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan dari latar belakang yang ada di penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana akurasi sensor MQ135 dan DHT11 dalam mengakuisisi data gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida, serta suhu?

2. Bagaimana akurasi Sistem Klasifikasi Kualitas Toilet Berdasarkan Gas Serta Suhu Berbasis Sensor MQ135 Dan DHT11 Menggunakan Metode *Naive Bayes*?
3. Bagaimanakah waktu komputasi Sistem Pendeteksi Kualitas Toilet Berdasarkan Gas Dan Suhu Pada Ruangan Berbasis Sensor MQ135 Dan DHT11 Menggunakan Metode *Naive Bayes*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui akurasi sensor MQ135 dan DHT11 untuk mengakuisisi data gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida, serta suhu
2. Mengetahui akurasi Sistem Klasifikasi Kualitas Toilet Berdasarkan Gas Dan Suhu Berbasis Sensor MQ135 Dan DHT11 Menggunakan Metode *Naive Bayes*.
3. Mengetahui waktu komputasi Sistem Pendeteksi Kualitas Toilet Berdasarkan Gas Dan Suhu Pada Ruangan Berbasis Sensor MQ135 Dan DHT11 Menggunakan Metode *Naive Bayes*.

1.4 Manfaat

Mampu memberikan suatu referensi yang dapat digunakan di dunia akademis khususnya dalam penelitian yang berkaitan dengan pengembangan komputasi cerda mikrokontroler serta hal-hal yang memiliki relevansi dengan penelitian ini. Dengan adanya sistem ini harapannya dapat berkontribusi dalam teknologi terutama dalam teknologi komputer serta dapat bermanfaat untuk membantu meningkat kualitas toilet yang ada dengan mendeteksi gas amonia karbonmonoksida, karbondioksida, serta suhu pada toilet. Harapannya dapat meningkatkan kenyamanan, kebersihan, serta kualitas toilet yang ada.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Objek yang menjadi fokus dalam pengamatan adalah gas amonia, co, co2 dan suhu pada toilet.
2. Sistem hanya melakukan pengujian pada satu ruang toilet.
3. Pengujian dilakukan pada toilet secara langsung.
4. Pembahasan difokuskan pada keakuratan klasifikasi kondisi yang dihasilkan oleh sistem.

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan penelitian ditujukan dalam memberikan gambaran serta uraian dalam melakukan penyusunan tugas akhir secara garis besar yang meliputi beberapa bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab I ini, dipaparkan mengenai latar belakang mengapa deteksi kualitas toilet diperlukan, rumusan masalah deteksi kualitas toilet yang berdasar latar belakang, tujuan serta juga manfaat penelitian, batasan atau ruang lingkup dari penelitian, kemudian sistematika penulisan laporan dari penelitian pendeteksian kualitas toilet ini.

BAB II LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab 2 ini, dipaparkan terkait dengan teori yang melandasi adanya penelitian deteksi kualitas toilet. Pada bab landasan kepastakaan dicantumkan pula teori – teori pendukung tentang Arduino, metode Naive Bayes, Metabolisme, Ekskresi, gas amonia, karbondioksida dan beberapa aspek yang diperlukan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metode penelitian dibahas terkait langkah kerja dalam penelitian deteksi kualitas toilet yakni studi literatur, rekayasa kebutuhan untuk membangun sistem, perancangan sistem yang meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, implementasi, pengujian dan analisisnya, serta kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian deteksi kualitas toilet ini.

BAB IV REKAYASA KEBUTUHAN

Pada bab ini dipaparkan kebutuhan kebutuhan yang harus disediakan atau dipenuhi untuk penelitian ini, yakni : kebutuhan fungsional, kebutuhan non fungsional yang meliputi kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak. Pada bab ini juga dipaparkan mengenai gambaran umum deteksi kualitas toilet serta batasan desain dari sistem ini.

BAB V PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab perancangan dan implementasi akan dipaparkan perancangan sistem, dan juga pengimplementasian dari sistem yang sudah dirancang. Pada perancangan sistem akan di lakukan perancangan sampai sesuai dengan rancangan dan mampu bekerja sesuai tujuannya, sedangkan pada implementasi sistem, dipaparkan bagaimana metode *Naive Bayes* diimplementasikan pada sistem

BAB VI PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab pengujian dan analisis ini dipaparkan terkait dengan skenario pengujian terhadap deteksi kualitas toilet. Kemudian dilakukan analisis apakah sistem ini sudah bekerja sesuai tujuannya atau belum berdasarkan hasil dari pengujian.

BAB VII PENUTUP

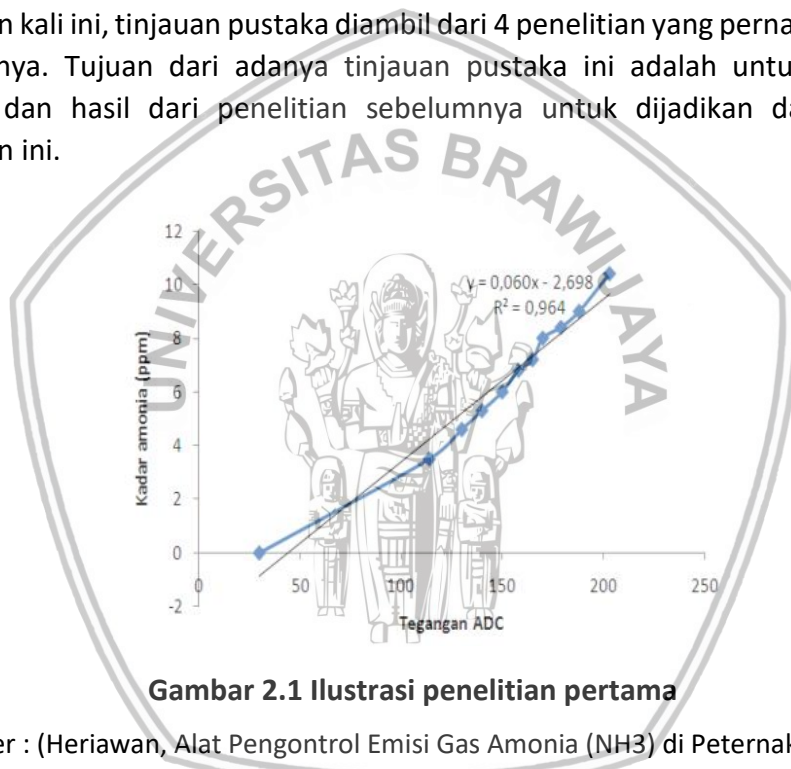
Pada bab ke 5 yakni bab penutup ini, dipaparkan kesimpulan dari penelitian deteksi kualitas toilet yang sudah dilakukan. Dari hasil kesimpulan tersebut di berikan saran yang nantinya dapat digunakan untuk pengembangan terhadap sistem yang serupa kedepannya.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Dalam bab ini berisi landasan kepustakaan yang meliputi kajian pustaka dan dasar teori yang diperlukan untuk penelitian ini. Kajian pustaka membahas penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian yang diusulkan. Sedangkan untuk dasar teori sendiri membahas terkait literatur yang diperlukan untuk menyusun penelitian yang diusulkan.

2.1 Tinjauan Pustaka

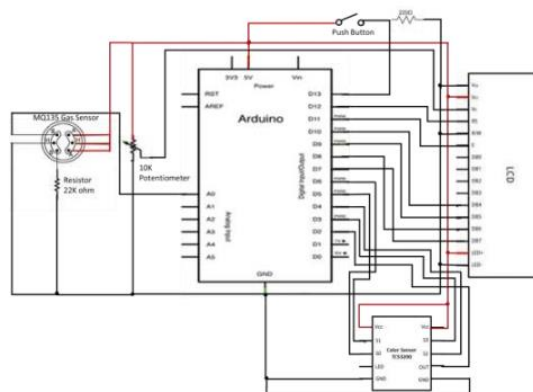
Tinjauan Pustaka membahas perbandingan antara penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Pada penelitian kali ini, tinjauan pustaka diambil dari 4 penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Tujuan dari adanya tinjauan pustaka ini adalah untuk mengkaji metode dan hasil dari penelitian sebelumnya untuk dijadikan dasar dalam penelitian ini.



Gambar 2.1 Ilustrasi penelitian pertama

Sumber : (Heriawan, Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH₃) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137, 2013)

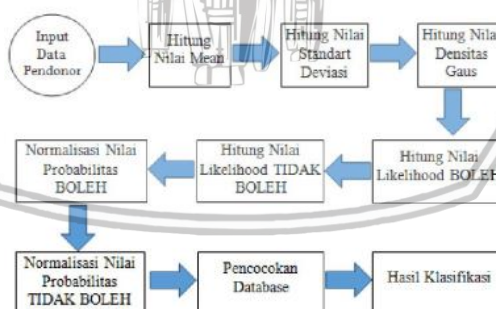
Pada penelitian pertama dengan judul “Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH₃) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137” pada penelitian ini bertujuan untuk mengontrol emisi gas amonia pada peternakan ayam menggunakan sensor gas mq-137. Alat ini memiliki dua sistem yaitu untuk mengukur kadar amonia dan mengurangi emisi gas amonia dalam kandang. Pada Gambar 2.1 setelah dilakukan analisis terlihat bahwa pergerakan grafik nilai tegangan ADC dengan nilai ppm berbanding lurus. (Heriawan, Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH₃) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137, 2013).



Gambar 2.2 Gambar penelitian kedua

Sumber : (Amani, Sistem Pendeteksi Dehidrasi Berdasrkan Warna Dan Kadar Amonia Pada Urin Berbasis Sensor TCS3200 Dan MQ135 Dengan Metode Naive Bayes, 2017)

Penelitian kedua berjudul “Sistem Pendeteksi Dehidrasi Berdasarkan Warna Dan Kadar Amonia Pada Urin Berbasis Sensor TCS3200 Dan MQ135 Dengan Metode *Naive Bayes*”. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.2, penelitian tersebut menggunakan mikrokontroler berbasis arduino. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi tingkatan dehidrasi yang dapat digunakan orang awam dan mengurangi penderita dehidrasi yang tidak tertangani. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan klasifikasi terhadap pengguna mengenai kondisi tubuhnya (Amani, Sistem Pendeteksi Dehidrasi Berdasrkan Warna Dan Kadar Amonia Pada Urin Berbasis Sensor TCS3200 Dan MQ135 Dengan Metode Naive Bayes, 2017).



Gambar 2.3 Gambar penelitian ketiga

Sumber : (Septiari, 2016)

Penelitian ketiga yang terkait dengan klasifikasi terhadap kelayakan calon pendonor darah yang berjudul “Implementasi Metode *Naive Bayes Classification* Dalam Klasifikasi Kelayakan Calon Pendonor Darah”. Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi bagi calon pendonor menggunakan metode *Naive Bayes Classification*. Hasil yang didapatkan adalah memberikan klasifikasi terkair apakah calon pendonor boleh melakukan donor darah atau tidak boleh melakukan donor darah.

Tingkat keberhasilan dari sistem ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik yaitu mencapai 81,6% (Septiari, 2016).

No	Kata Kunci	Jumlah Hitungan
1	Kotor	73
2	Bau	40
3	Biaya	3
4	Becek	8
5	Basah	1
6	Akses Kaum difabel	2
7	Kesadaran Pengguna	6
8	Motivasi Pengguna	1
9	Fasilitas Tidak Memadai	25
10	Mampat	1
11	Ventilasi	2
12	Luas Ruang	2
13	Penerangan	3
14	Sulit Ditemui	1
15	Perawatan	18
16	Tidak Nyaman	2
17	Keamanan	1

Gambar 2.4 Gambar penelitian keempat

Sumber : (Ronauly, Keluhan dan Harapan Masyarakat terhadap Karakteristik Toilet Umum Di Indonesia, 2016)

Penelitian keempat yang terkait dengan keluhan dan harapan masyarakat terhadap karakteristik toilet yang berjudul “Keluhan Dan Harapan Masyarakat Terhadap Karakteristik Toilet Umum Di Indonesia”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persepsi masyarakat terhadap toilet umum di Indonesia. Dimana pada hasil penelitian mendapat kesimpulan bahwa masyarakat mempunyai kesamaan persepsi negatif terhadap toilet di Indonesia yaitu negatif seperti kotor, bau, fasilitas tidak memadai, dan kurang terawat.

Adapun perbandingan kajian pustaka dengan penelitian yang dilakukan saat ini terdapat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Daftar Pustaka Penelitian Sebelumnya

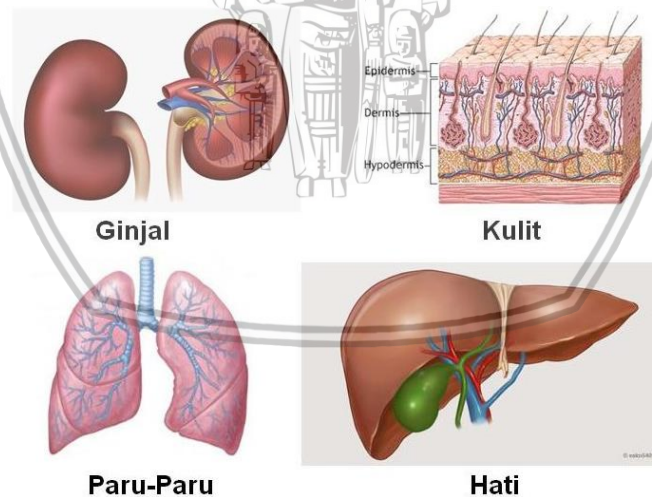
			Perbedaan

No	Nama Penulis[Tahun],Judul	Persamaan	Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
1.	Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH ₃) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137 (Heriawan, Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH ₃) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137, 2013).	Pembuatan alat untuk mendeteksi gas amonia pada kandang ayam	Objek penelitian adalah gas amonia pada kandang ayam	Objek penelitian adalah gas amonia dan karbonmonoksida pada toilet
			Menggunakan ATmega dan MQ-137 sebagai komponen utama	Menggunakan Arduino Uno, MQ-135 dan MQ7 sebagai komponen utama
2.	Sistem Pendeteksi Dehidrasi Berdasarkan Warna Dan Kadar Amonia Pada Urin Berbasis Sensor TCS3200 Dan MQ135 Dengan Metode Naive Bayes (Amani, Sistem Pendeteksi berdasarkan Warna Dan Kadar Amonia Pada Urin Berbasis Sensor TCS2300 Dan MQ-135 Dengan Metode Naive Bayes, 2017).	Sistem pendeteksi amonia dengan metode <i>Naive Bayes</i>	Objek penelitian adalah gas amonia dan warna urin yang digunakan dalam menentukan klasifikasi dehidrasi Penggunaan TCS3200 dalam pengambilan data	Objek penelitian adalah gas amonia dan karbonmonoksida pada yang digunakan dalam menentukan klasifikasi kondisi toilet Penggunaan sensor MQ-7 dalam pengambilan data karbonmonoksida
3.	Keluhan dan Harapan Masyarakat terhadap Karakteristik Toilet Umum di Indonesia (Ronauly, Keluhan dan Harapan Masyarakat terhadap Karakteristik Toilet Umum di Indonesia, 2016).	Objek penelitian berfokus pada ruang yang sama	Penggunaan metode open-ended question dalam melakukan penelitian	Penggunaan metode Naive Bayes
			Penelitian bertujuan untuk mengetahui harapan masyarakat terhadap toilet di indonesia	Penelitian bertujuan untuk mendeteksi gas amonia dan karbonmonoksida yang merupakan indikator kebersihan pada toilet

4.	Implementasi Metode <i>Naive Bayes Classification</i> Dalam Klasifikasi Kelayakan Calon Pendoror Darah (Rodiysyah, 2016).	Penelitian dilakukan implementasi <i>naive bayes classification</i> untuk penentuan kelayakan donor darah	Penelitian berfokus pada penentuan kelayakan terhadap pendonor darah dengan berbagai parameter	Penelitian berfokus pada penentuan kondisi toilet
			Proses pembacaan data dengan cara memasukkan nilai masing-masing parameter pada aplikasi	Proses pembacaan data dilakukan secara otomatis dan dikontrol oleh mikrokontroler

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Metabolisme dan Ekskresi Manusia



Gambar 2.5 Sistem Metabolisme dan Ekskresi

Sumber : (Fathoni, 2015)

Metabolisme adalah serangkaian reaksi-reaksi kimia yang dikatalisai oleh enzim-enzim yang mengubah senyawa-senyawa organik yang satu menjadi senyawa yang lain yang penting bagi organisme. Proses metabolisme sendiri menghasilkan energi dan zat yang berguna bagi kehidupan manusia. Selain itu, dari proses metabolisme juga menghasilkan zat sisa yang merupakan racun bila tetap berada di dalam tubuh. Hasil –hasil metabolisme yang berupa zat-zat sisa

yang tidak dimanfaatkan lagi oleh tubuh berupa racun. Zat-zat sisa tersebut perlu dikeluarkan dari tubuh melalui organ-organ tubuh tertentu.

Pengeluaran zat-zat sisa inilah yang disebut dengan sistem ekskresi. Dimana sistem ekskresi merupakan pengeluaran limbah sisa metabolisme pada makhluk hidup. Zat-zat sisa yang dikeluarkan antaralain karbondioksida (CO_2), urea, air (H_2O), amonia (NH_3), kelebihan vitamin, dan zat warna empedu. Organ pengeluaran zat sisa pada manusia berupa ginjal, kulit, paru-paru dan hati.

Ada beberapa istilah yang sangat berkaitan dengan sistem ekskresi pada manusia:

1. Defekasi: proses pengeluaran sisa pencernaan makanan yang disebut feses. Zat yang dikeluarkan belum pernah mengalami metabolisme di dalam jaringan. Zat yang dikeluarkan meliputi zat yang tidak diserap usus sel epitel, usus yang rusak dan mikroba usus.
2. Ekskresi: pengeluaran zat sampah sisa metabolisme yang tidak berguna lagi bagi tubuh.
3. Sekresi : yaitu pengeluaran getah oleh kelenjar pencernaan ke dalam saluran pencernaan. Getah yang dikeluarkan masih berguna bagi tubuh dan umumnya mengandung enzim.
4. Eliminasi : yaitu proses pengeluaran zat dari rongga tubuh, baik dari rongga yang kecil (saluran air mata) maupun dari rongga yang besar (usus).

2.2.2 Kondisi Toilet Indonesia



Gambar 2.6 Toilet Sehat

Sumber : (Sunaryo, 2013)

Kondisi toilet di Indonesia masih sangat kurang memadai apabila dilihat dari segi kualitas kebersihan dan kenyamanan. *Work Economic Forum (WEF)* pada 2014 menilai kualitas toilet di Indonesia berada di peringkat 40 dari 140 negara, itu berarti kualitas toilet di Indonesia masih sangat rendah. Selain itu, data Badan Pusat Statistik (BPS) pada 2011 menunjukkan akses sanitasi yang layak di Indonesia baru sebesar 55,6%. BPS mengungkapkan pula baru 65,20% masyarakat Indonesia

memiliki toilet sendiri, 13,37% menggunakan toilet bersama, 17,78% tak memiliki toilet, dan 3,65% mengakses toilet umum (Geotimes, geotimes.co.id, 2015).

2.2.3 Akibat Buruknya Toilet



Gambar 2.7 Akibat Buruknya Toilet

Sumber: (imunisasi, 2017)

Buruknya toilet dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi pengguna serta dapat berdampak bagi kesehatan pengguna. Keadaan toilet yang kotor memudahkan penularan bakteri dan perkembangan bibit penyakit. Setiap 20 menit kuman dapat berkembang biak dengan cepat dan dalam kurun waktu 24 jam 1 sel dapat menjadi 8 juta sel. Menurut *UNICEF* sepertiga masyarakat di dunia menderita infeksi cacing karena penggunaan toilet yang kotor dan 1800 anak meninggal karena diare setiap harinya (parenting, 2017).

2.2.4 Arduino Uno



Gambar 2.8 Arduino Uno

Sumber: (Arduino, 2017)

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut

dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya (Arduino, 2017).

2.2.5 MQ135 Sensor



Gambar 2.9 MQ135 Sensor

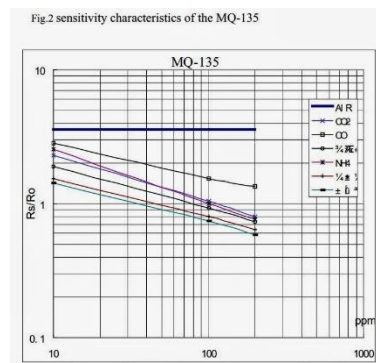
Sumber: (amazon, 2016)

Sensor gas MQ-135 ada sensor yang dapat mendeteksi beberapa jenis gas yakni NH₃, Nox, alkohol Benzene, CO₂ dan lain-lain (MQ135_Datasheet, 2016). Prinsip kerja dari sensor ini adalah membaca konduktivitas gas yang ada disekitarsensor sesuai dengan pembacaan resistansi di pin analog. Sensor gas dapat bekerja ketika diberi tegangan input sebesar 5V, range deteksi gas yang dapat diukur oleh sensor MQ-135 berbeda untuk masing- masing gas. Dapat kita lihat pada gambar 2.10 yang menampilkan range deteksi gas dimana berada di antara 10-1000 ppm. Pada gambar 2.9 merupakan bentuk dari sensor MQ-135 dengan 4 pin yaitu pin A0, D0, GND, dan VCC. Dalam penggunaannya sensor MQ-135 sering digunakan untuk mengetahui kualitas udara. Dibawah ini merupakan rumus untuk menghitung resistansi sensor:

$$V_{out} = \frac{R_s}{R_s + R_{ref}} \times V_{cc} \quad (2.1)$$

Keterangan **Persamaan (2.1)** yakni :

- V_{out} : Tegangan keluaran yang dihasilkan sensor
- R_S : Resistansi sensor
- R_{ref} : Resistansi referensi yang nilainya tetap
- V_{cc} : Tegangan dari *power supply*



Gambar 2.10 MQ135 Sensor Grafik

Sumber : (components101, 2018)

Dalam menggunakan sensor MQ135 perlu memahami grafik yang terdapat pada gambar 2.10. Dimana pada grafik tersebut memuat informasi yang sangat penting yang nantinya digunakan dalam proses kalibrasi serta berguna untuk mendapatkan nilai ppm yang sebenarnya. Pada grafik terdapat informasi nilai untuk udara bersih sensor MQ135, gas co2, gas co, gas amonia dan gas-gas lainnya. Untuk mendapatkan nilai dari setiap poin-poin gas memerlukan analisis sehingga bisa mendapatkan nilai poin yang akurat, mulai dari menentukan nilai *clean factor*, nilai RS, nilai Ro, serta menentukan nilai m dan b faktor dari pembacaan grafik. Perhitungan untuk mendapatkan nilai dari resistansi sensor sendiri menggunakan rumus persamaan 2.2 berikut :

$$RS = \left(\frac{Vc}{VRL-1} \right) \times RL \quad (2.2)$$

Keterangan **Persamaan (2.2)** yakni :

Vc : Tegangan dari *power supply*

RS : Resistansi sensor

VRL : Konversi nilai digital menjadi *volatge*

Setelah mendapatkan nilai Rs selanjutnya adalah proses perhitungan untuk mendapatkan nilai Ro yang mana merupakan resistansi sensor pada saat udara bersih. Berikut untuk perhitungan nilai Ro dapat dilihat pada persamaan 2.3.

$$Ro = \frac{Rs}{\text{Clean factor}} \quad (2.3)$$

Keterangan **Persamaan (2.3)** yakni :

Ro : Resistansi sensor saat udara bersih

RS : Resistansi sensor

Setelah mendapatkan nilai untuk Ro dan Rs maka bisa dilanjutkan untuk mengambil nilai poin gas tertentu pada grafik datasheet yang digunakan dalam perhitungan m dan b faktor. Berikut untuk perhitungan m dan b faktor dapat dilihat pada persamaan 2.4 dan 2.5.

$$m = \frac{\log\left(\frac{y_2}{y_1}\right)}{\log\left(\frac{x_2}{x_1}\right)} \quad (2.4)$$

$$b = \log(y) - m * \log(x) \quad (2.5)$$

2.2.6 Metode Naive Bayes

Algoritma Naive Bayes adalah sebuah klasifikasi yang didasarkan pada aturan Bayes dan sekumpulan independensi kondisional. Independensi yang dimaksud disini adalah tidak adanya ketergantungan antara tiap fitur dalam setiap kelas objek yang diklasifikasikan. Algoritma Naive Bayes memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya sehingga dikenal sebagai Teorema Bayes.

Keuntungan penggunaan adalah bahwa metode ini hanya membutuhkan jumlah data pelatihan (training data) yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yg diperlukan dalam proses pengklasifikasian. Karena yg diasumsikan sebagai variabel independent, maka hanya varians dari suatu variabel dalam sebuah kelas yang dibutuhkan untuk menentukan klasifikasi, bukan keseluruhan dari matriks kovarians. Berikut merupakan rumus dari teori naive bayes (Baber, 2010).

$$P(y|x) = \frac{P(x|y) P(y)}{P(x)} \quad (2.6)$$

Keterangan dari **Persamaan (2.6)** yakni :

$P(y|x)$: Peluang *posterior* dari suatu hipotesis kelas y akan terjadi setelah diberikan data x .

$P(x|y)$: Peluang *likelihood* dari sebuah data x terjadi akan mempengaruhi hipotesis kelas y .

$P(y)$: Peluang prior hipotesis kelas y terjadi tanpa memperhatikan data yang diberikan.

$P(x)$: Peluang evidence x terjadi tanpa memperhatikan hipotesis kelas lainnya, yakni jumlah total dari semua peluang *likelihood* yang dikalikan dengan peluang *prior*.

Hipotesis dalam teorema *Bayes* merupakan label kelas yang menjadi target dalam sebuah klasifikasi, sedangkan *evidence* sendiri adalah fitur yang menjadi masukan dalam klasifikasi. *Naive Bayes* dilambangkan dengan $P(y|x)$, dimana X adalah masukan yang berupa fitur-fitur dan Y adalah kelas dalam sebuah klasifikasi. Notasi $P(X/Y)$ berarti peluang kelas Y didapatkan setelah fitur-fitur X diamati, notasi ini merupakan peluang *likelihood* dan $P(Y)$ merupakan notasi dari peluang *prior*. Berikut ini adalah persamaan untuk rumus *Naive Bayes* (Baber, 2010).

$$P(Y|X) = \frac{P(Y)\prod_{i=1}^q P(X_i|Y)}{P(X)} \quad (2.7)$$

Keterangan dari **Persamaan (2.7)** yakni :

- $P(Y|X)$: Peluang *posterior* dari suatu kelas Y akan terjadi setelah fitur X.
- $\prod_{i=1}^q P(X_i|Y)$: Peluang *likelihood* dari masing-masing fitur x terjadi akan mempengaruhi kelas Y.
- $P(Y)$: Peluang *prior* hipotesis kelas y terjadi tanpa memperhatikan fitur yang diberikan.
- $P(X)$: Peluang *evidence* X terjadi tanpa memperhatikan kelas/ *evidence* lainnya, yakni jumlah total dari semua peluang *likelihood* yang dikalikan dengan peluang *prior*

Dalam perhitungan klasifikasi untuk setiap kelas Y yang berbeda mempunyai nilai $P(X)$ yang sama, sehingga dalam penentuan klasifikasi Naive Bayes selanjutnya ditentukan dari nilai peluang terbesar antara tiap kelas Y dari hasil perhitungan $\prod_{i=1}^q P(X_i|Y)$ (Astuti, 2016)

Beberapa permasalahan yang ada untuk menentukan nilai peluang dari suatu kondisi yang mudah adalah dengan menghitung peluang dari diskrit. Namun dalam kenyataannya tidak semua data tersaji dalam bentuk diskrit, tetapi ada yang berbentuk kontinyu. Untuk itu dalam melakukan proses klasifikasi terhadap data kontinyu dengan Naive Bayes terdapat 2 cara yakni :

1. Melakukan proses perubahan data kontinyu menjadi data diskrit (diskritasi) terhadap setiap fitur yang diestimasi.
2. Menganggap setiap fitur sesuai dengan data latih menggunakan fungsi *univariate normal (Gaussian)* distribution dimana parameter utama dari fungsi *Gaussian* ini adalah *mean* (μ) dan *varian* (σ^2).

$$P(X = x_i|Y = y_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{ij}^2}} e^{-\frac{(x_i-\mu_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}} \quad (2.8)$$

Berdasarkan **Persamaan 2.8** parameter μ_{ij} bisa didapatkan dari mean pada sampel $X_i (\bar{x})$ dari semua data latih yang menjadi milik kelas y_i sedangkan σ_{ij}^2 dapat diperkirakan dari varian sampel (s^2) dari data latih. Adapun fungsi untuk mencari nilai *Mean* dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.9)$$

Berdasarkan **Persamaan 2.9** perhitungan *mean* dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai data suatu kelompok sampel, kemudian dibagi jumlah sampel tersebut. Dimana \bar{x} merupakan rata-rata hitung, x_i merupakan nilai sampel ke- i , dan n adalah jumlah sampel. Adapun fungsi untuk mencari nilai standar deviasi dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

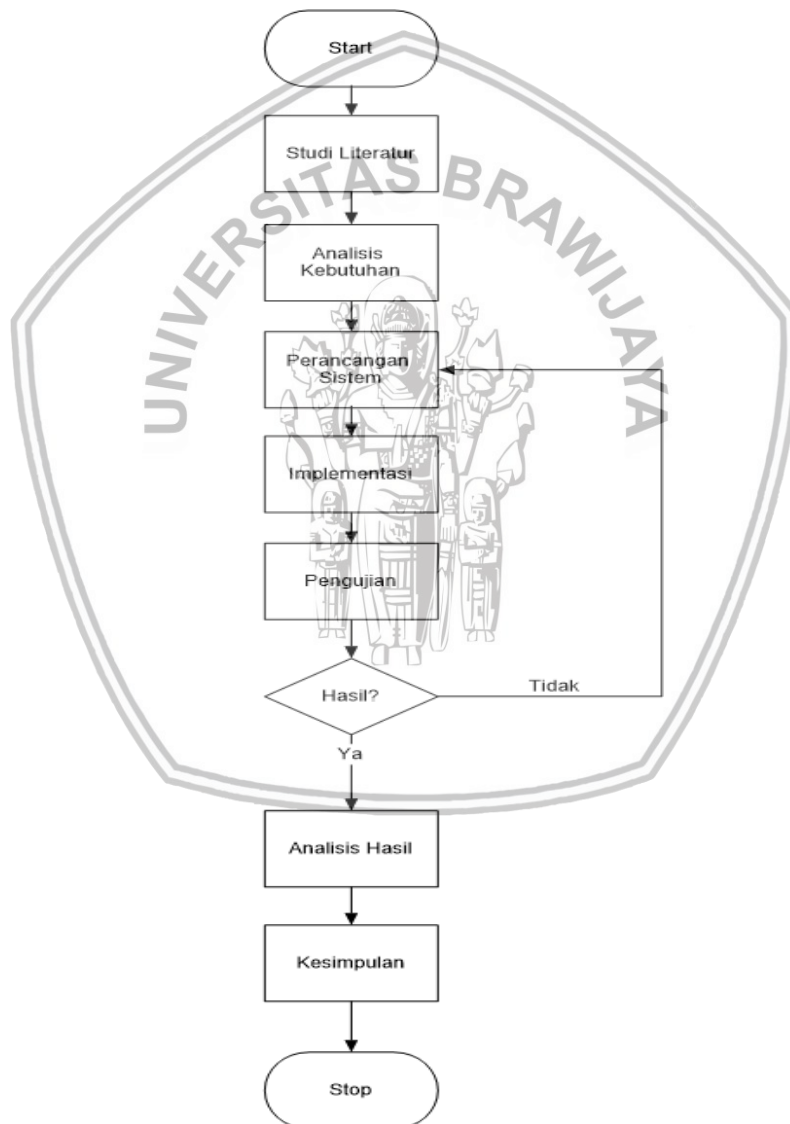
Berdasarkan **Persamaan 2.10** untuk menghitung *standart deviasi* yaitu dengan mengurangi setiap nilai data dengan rata-rata kelompok data tersebut, selanjutnya semua hasil dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah data secara keseluruhan dikurangi 1, dan terakhir hasilnya di akarkan. Dimana s merupakan *standar deviasi* (simpangan baku), x_i merupakan nilai x ke i , \bar{x} merupakan rata-rata, n adalah ukuran sampel.



BAB 3 METODOLOGI

3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini tergolong dalam implementatif. Penelitian dilakukan dengan terlebih dahulu mencari studi literatur mengenai faktor yang dapat mempengaruhi kualitas kondisi pada toilet. Kemudian dilakukan analisis kebutuhan sistem. Setelah itu sistem dirancang dan juga di implementasikan serta diuji. Untuk lebih jelasnya, diagram alir dibawah ini menggambarkan bagaimana metodologi dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram alur metodologi penelitian

3.2 Studi Literatur

Memahami berbagai referensi yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat serta sasaran atau teknologi yang digunakan yang dapat menjadi pendukung dalam penelitian ini. Sumber yang digunakan berupa text book, paper, skripsi, dan lain – lain. Referensi pendukung untuk pelaksanaan penelitian ini diantaranya adalah :

- a. Sistem Metabolisme dan Ekskresi Pada Manusia
Melakukan kajian terhadap Sistem Metabolisme dan Ekskresi Pada Manusia serta hasil dari keduanya
- b. Teori terkait metode *Naive Bayes*
Melakukan kajian terkait apa itu metode *Naive Bayes* dan bagaimana penggunaan metode ini dapat berpengaruh terhadap hasil dari penelitian ini.
- c. Teori terkait MQ135
Melakukan kajian terhadap sensor MQ135 yang spesifikasinya mampu untuk mendeteksi beberapa macam gas, seperti amonia, co, co2 dan gas lainnya.
- d. Teori terkait Arduino Uno
Melakukan kajian terhadap Arduino Uno, terutama terkait bagaimana penggunaan sensor terhadap arduino serta penggunaan berbagai komponen pada satu arduino.
- e. Teori terkait Gas Amonia, CO, CO2
Melakukan kajian terhadap gas amonia, co, dan co2 terkait dengan bagaimana gas amonia serta dampak yang ditimbulkan gas amonia terhadap manusia.

3.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Analisis kebutuhan untuk mendukung pelaksanaan penelitian sehingga sistem dapat berjalan sesuai fungsinya antara lain :

3.3.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem ini merupakan sistem yang dapat melakukan *sensing* terhadap beberapa jenis gas yaitu gas amonia, karbondioksida, karbonmonoksida serta suhu pada toilet. Hasil pengambilan data sensor nantinya dijadikan sebagai data latih, dimana data diambil pada keadaan toilet yang baik dengan kondisi tidak berbau menyengat, dan dalam keadaan bersih. Sementara untuk data latih toilet kotor diambil pada keadaan toilet berbau dan dalam kondisi kotor. Data latih diolah sedemikian rupa untuk dapat mengklasifikasikan kondisi toilet baik dan buruk pada saat pengujian.

3.3.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dalam sistem ini yakni sebagai berikut :

- a. MQ135 dapat melakukan *sensing* untuk gas amonia, co, co2
- b. DHT11 dapat melakukan *sensing* untuk suhu.

- c. LCD I2C 16x2 dapat menampilkan *value* dari sensor MQ135 dan DHT11.
- d. Arduino Uno dapat melakukan pengolahan data untuk digunakan dalam proses klasifikasi dengan metode *Naive Bayes*.

3.3.3 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional dalam sistem ini yakni sebagai berikut :

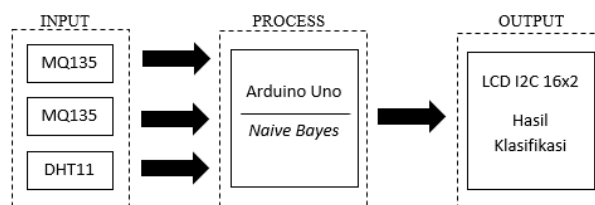
1. Kebutuhan antarmuka *hardware* (perangkat keras)
Perangkat Keras yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :
 - a. 1 Buah Arduino Uno
 - b. 1 Buah DHT11
 - c. 2 Buah MQ135
 - d. 1 LCD I2C 16x2
 - e. 1 Buah Laptop
2. Kebutuhan antarmuka *software* (perangkat lunak)
Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :
 - a. Arduino IDE 1.8.5
 - b. Library Arduino

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan apabila semua kebutuhan yang diperlukan oleh sistem sudah terpenuhi. Dalam sistem ini perancangan sistem sendiri terbagi menjadi dua yaitu untuk perancangan sistem perangkat keras dan perancangan sistem untuk perangkat lunak :

3.4.1 Perancangan Perangkat Keras

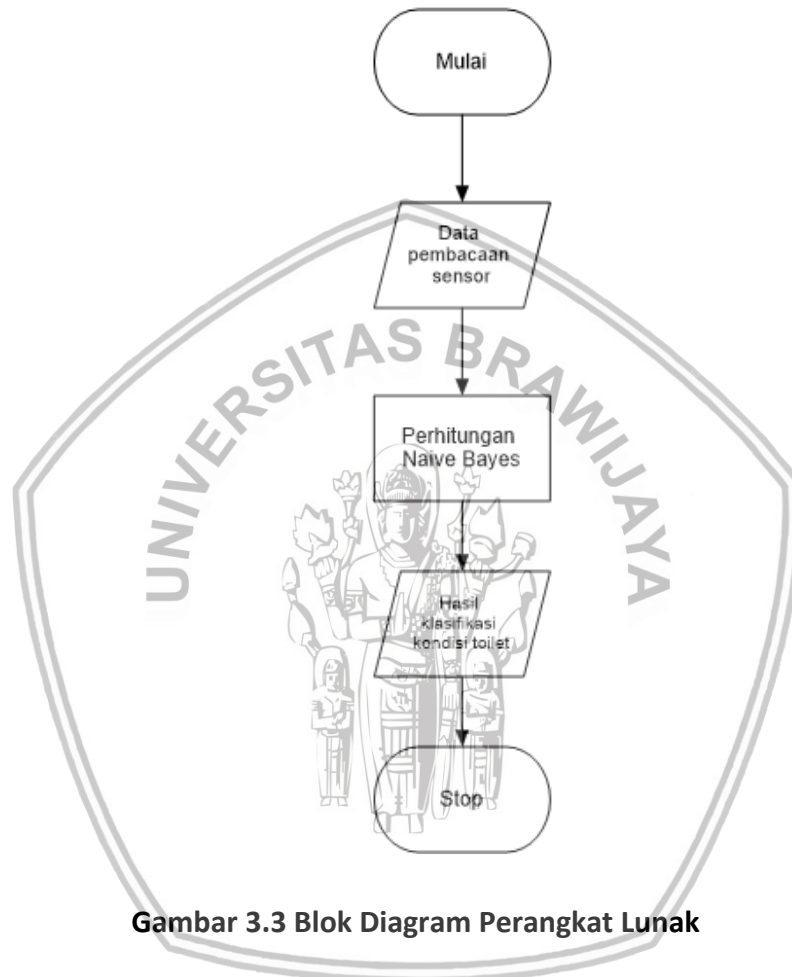
Pada perancangan perangkat keras yaitu berupa blok diagram yang dibuat pada sistem ini . Terlihat pada gambar blok diagram sistem terdapat tiga bagian utama yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input terdapat dua sensor MQ135 dan DHT11 yang digunakan untuk melakukan *sensing* sedang pada proses terdapat arduino uno sebagai pengolah data dan klasifikasi data dibantu dengan metode naive bayes. Setelah proses klasifikasi selesai ditampilkan pada LCD 16x2 tentang kondisi toilet.



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak yaitu berupa logika algoritma naive bayes yang digunakan dalam membantu sistem untuk menentukan klasifikasi kondisi toilet. Mulai dari pembacaan data sensor kemudian melakukan perhitungan terhadap data yang didapat dengan metode naive bayes sampai kemudian pada tahapan klasifikasi kondisi toilet.



Gambar 3.3 Blok Diagram Perangkat Lunak

3.5 Implementasi

Tahap selanjutnya dari perancangan sistem adalah implementasi sistem. Pada tahap ini desain atau rancangan sistem di implementasikan. Implementasi berupa konfigurasi perangkat keras dan penggunaan metode naive bayes dalam pengambilan keputusan.

3.6 Pengujian dan Analisis

Pada tahap ini pengujian dilaksanakan secara eksperimental. Yaitu dengan cara membuat skenario rekayasa kondisi sesuai dengan perancangan sistem yang dibutuhkan antara lain :

1. Pengujian terhadap sensor MQ-135 apakah dapat berfungsi dengan semestinya.

2. Pengujian terhadap sensor DHT11 apakah dapat berfungsi dengan semestinya.
3. Pengujian tampilan LCD I2C 16x2.
4. Pengujian terhadap kemampuan metode Naive Bayes dalam mengklasifikasikan kondisi toilet.

3.7 Kesimpulan

Setelah tahap terakhir yaitu tahap analisis, ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dari penelitian ini apakah telah sesuai dengan rumusan masalah ataukah belum. Kesimpulan adalah hasil akhir yang didapatkan berdasarkan kesesuaian teori yang dikaji dan praktek pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan. Selanjutnya penulisan saran – saran dari penulis untuk pengembangan atau penelitian lebih lanjut.

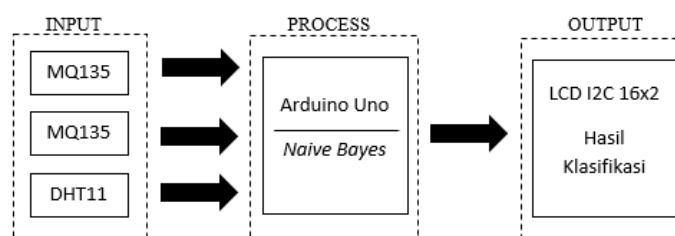


BAB 4 ANALISIS KEBUTUHAN

Bab rekayasa kebutuhan menjelaskan terkait gambaran umum sistem, kebutuhan sistem meliputi kebutuhan fungsional, dan kebutuhan non fungsional yang terdiri dari kebutuhan perangkat lunak dan kebutuhan perangkat keras, dan batasan desain sistem. Pada bab ini dijelaskan lebih detail terkait kebutuhan fungsional, perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak, dan batasan untuk desain sistem.

4.1 Gambaran Umum Sistem

Sistem pendeteksi kualitas toilet berdasarkan gas dan suhu pada ruangan berbasis sensor mq135 dan dht11 menggunakan metode *naive bayes*. Merupakan sistem untuk mendeteksi kondisi toilet berdasarkan gas amonia, co, co2, dan suhu dapat menentukan klasifikasi keadaan pada toilet dengan parameter berupa kandungan amonia pada urin serta parameter lainnya. Adapun untuk pembacaan kadar amonia, gas karbonmonoksida, serta gas karbondioksida menggunakan sensor mq135 dan suhu menggunakan dht11. Berdasarkan nilai dari empat parameter tersebut dapat dilakukan klasifikasi dengan menggunakan metode *Naive Bayes*. Sistem ini membantu untuk mendeteksi gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida, serta suhu yang dapat dijadikan sebagai indikator keadaan pada toilet. Selama ini kita tahu bahwa masih kurangnya kesadaran terhadap kebersihan serta kenyamanan toilet pada masyarakat Indonesia saat ini. Dalam menentukan keadaan terhadap toilet hanya dengan melihat tanda-tanda yang nampak oleh indera pengelihatan saja, tentu saja hal ini menjadikan kondisi toilet semakin buruk dari waktu ke waktu. Penggunaan metode *Naive Bayes* pada sistem ini dikarenakan metode *Naive Bayes* adalah salah satu metode yang dapat menghasilkan tingkat akurasi tinggi sesuai dengan jumlah data latih yang digunakan. Dengan semakin banyaknya data latih yang benar maka keakuratan sistem semakin tinggi. Pemilihan penggunaan metode *Naive Bayes* juga diharapkan mampu menciptakan sebuah sistem yang dapat melakukan klasifikasi lebih cepat. Hasil dari pengolahan sistem ini ditampilkan secara otomatis pada layar LCD I2C 16x2.



Gambar 4.1 Blok Diagram Sistem

Gambar 4.1 merupakan diagram blok sistem dimana input dari sistem adalah dua sensor MQ135 yang mana melakukan *sensing* terhadap gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida dan dht11 untuk melakukan *sensing suhu*.

Input ini diproses pada Arduino Uno yang mana pada pemrosesan ini dilakukan proses klasifikasi dengan metode *Naive Bayes* untuk kualitas toilet.

4.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan adalah salah satu hal yang sangat diperlukan, hal ini sangat penting untuk menggali semua kebutuhan untuk Sistem pendeteksi kualitas toilet berdasarkan gas dan suhu pada ruangan berbasis sensor mq135 dan dht11 menggunakan metode *naive bayes*. Untuk meningkatkan kualitas kondisi toilet. Pada analisis kebutuhan sistem terdiri dari beberapa kebutuhan yang dikembangkan yakni kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional. Dimana untuk kebutuhan non fungsional terdiri dari kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak.

4.2.1 Kebutuhan Fungsional

Berikut ini adalah kebutuhan fungsional yang harus mampu dilakukan oleh sistem :

1. MQ135 dapat melakukan pendeteksian untuk gas amonia, karbondioksida, serta karbonmonoksida

Sensor gas MQ135 berfungsi untuk membaca dan mengakuisisi nilai kadar amonia, co, serta co2 pada toilet. Hasil dari pembacaan sensor MQ135 berupa konsentrasi kadar amonia, co, serta co2 dengan satuan baku yaitu PPM. Dengan begitu sensor MQ135 dapat membaca kadar amonia yang terdapat pada toilet.

2. DHT11 dapat melakukan pendeteksian untuk suhu pada toilet

Sensor DHT11 berfungsi untuk membaca dan mengakuisisi nilai suhu pada toilet. Hasil dari pembacaan DHT11 berupa *temperature* pada toilet. Dengan begitu sensor DHT11 dapat membaca *temperature* yang terdapat pada toilet.

3. LCD I2C 16x2 dapat menampilkan *value* dari sensor MQ135 dan DHT11

Pada fungsionalitas ini bertugas untuk dapat menampilkan hasil output sistem yaitu klasifikasi kondisi toilet pada LCD I2C 16x2. Fungsi ini tidak hanya menampilkan hasil klasifikasi kondisi toilet tetapi juga dapat menampilkan pembacaan data dari ketiga sensor. Data yang ditampilkan merupakan hasil dari pembacaan untuk gas amonia, gas karbonmonoksida, gas karbondioksida serta suhu.

4. Sistem dapat menampilkan hasil klasifikasi kondisi toilet pada LCD I2C 16x2

Sistem harus mampu untuk melakukan klasifikasi terhadap kualitas kondisi toilet berdasarkan data sensor yang didapatkan. Ada dua klasifikasi untuk kondisi toilet yaitu kondisi toilet baik dimana toilet dalam keadaan normal dan buruk dimana toilet dalam keadaan tidak normal.

4.2.2 Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional dari sistem ini mencakup kebutuhan perangkat keras atau hardware dan kebutuhan perangkat lunak atau software. Dijelaskan lebih detail sebagai berikut.

4.2.2.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Untuk menunjang pembuatan sistem serta implementasi dari sisi perangkat keras maka diperlukan beberapa peralatan pendukung sebagai berikut:

1. Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328P

Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328P sebagai otak pengolahan informasi serta data dalam perancangan sistem. Penggunaan Arduino Uno sendiri dalam sistem karena didasari oleh beberapa faktor penting. Yang pertama karena sistem menerapkan metode *naive bayes* yang mana dalam operasinya menerapkan perhitungan yang cukup rumit sehingga dibutuhkan mikrokontroler yang dapat mengatasi perhitungan tersebut.

Arduino Uno memiliki alokasi pin yang cukup untuk menampung semua koneksi sistem. Arduino Uno memiliki 14 pin *input/output* dimana 14 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM, 6 pin analog, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol *reset*. Arduino memiliki memory flash sebesar 32 KB, SRAM 2 KB, EEPROM 1 KB serta kecepatan clock 16 MHz. Selain itu Arduino Uno tipe ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang mana proses eksekusi lebih cepat dari arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*).

2. Sensor Gas MQ135

Sensor ini dibutuhkan sebagai bagian dari sistem untuk mendeteksi kadar gas amonia, karbonmonoksida, serta karbondioksida pada toilet. Sensor MQ135 sendiri digunakan karena memiliki akurasi yang bagus, memiliki dokumentasi lengkap dalam penggunaannya, serta sensor MQ135 adalah salah satu sensor yang compatible dengan Arduino Uno.

Sensor MQ135 menggunakan ADC dengan resolusi 10 bit, memiliki umur panjang dan stabilitas handal. MQ135 memiliki sensitifitas yang tinggi untuk gas amonia, co, serta gas co₂. MQ135 memiliki 4 pin yaitu VCC, GND, AOUB, dan DOUB. Dimana untuk VCC memerlukan tegangan 2.5v-5v. Dalam penggunaannya MQ135 tidak terlalu memakan banyak ruang karena dengan dimensi ukurannya yang cukup kecil yaitu sebesar 40mmx21mm.

3. Sensor DHT11

Sensor DHT11 dibutuhkan sebagai bagian dari sistem untuk mendeteksi ruangan pada toilet. Sensor DHT11 memiliki kemampuan yang cukup baik dalam penggunaannya. Dimana dalam penggunaannya DHT11 hanya mengkonsumsi arus sebesar 0.3 mili ampere sedangkan dalam keadaan *standby* hanya sebesar 60 micro ampere. Selain itu sensor DHT11 memiliki tingkat error yang rendah yaitu sebesar 3.12%.

Selain itu sensor DHT11 memiliki rentang pengukuran kelembapan 20%-95% dengan toleransi +/- 5%. Sedangkan dalam pengukuran suhu DHT11 dapat menjangkau dari 0-50 derajat celcius dengan toleransi sebesar +/- 2 C. DHT11 sendiri memiliki dimensi yang cukup kecil yaitu

3.2x1.4 cm yang tidak memakan banyak ruang, serta memiliki 3 pin yaitu pin VCC yang beroperasi pada +3.3-5v , GND, serta pin DOUT.

4. Kabel Jumper

Kabel jumper dibutuhkan untuk menghubungkan antara perangkat satu dengan perangkat lainnya. Pemilihan kabel jumper karena memiliki berbagai pertimbangan. Kabel jumper dapat menancap kuat dengan berbagai pin sensor serta arduino, memiliki fleksibilitas dalam penggunaannya serta tidak memakan ruang.

5. Lcd I2C 16x2

Lcd I2C 16x2 memiliki fungsi untuk menampilkan data serta hasil pengolahan sistem. Pemilihan penggunaan LCD I2C 16x2 adalah untuk memudahkan dalam melakukan koneksi antar pin lcd i2c dengan arduino. Dimana ketika menggunakan lcd i2c biasa lebih memakan tempat serta biaya dengan dibutuhkannya kabel jumper lebih banyak yaitu lebih dari 8 pin yang dihubungkan. Sedangkan dengan lcd i2c hanya membutuhkan 4 pin yaitu vcc, *ground*, sda, dan pin scl. LCD i2c 16x2 terdiri dari 16 kolom dan 2 baris serta dilengkapi dengan *back light*. Mempunyai 192 karakter yang tersimpan serta terdapat karakter generator terprogram.

6. Push Button

Push Button pada sistem ini berfungsi untuk memberikan trigger pada sistem untuk mengambil data yang di kalkulasikan dengan *Naive Bayes*. Dengan *push button* dapat memudahkan user ketika ingin melakukan klasifikasi terhadap kualitas kondisi toilet.

7. Laptop

Laptop dalam hal ini berfungsi sebagai media untuk membuat program mikrokontroler, selain itu juga berfungsi sebagai sumber daya sistem yang dibuat. Adapun spesifikasi laptop yang digunakan anatara lain:

- Model perangkat : ACER ASPIRE 4750
- Prosesor : Intel Core i3 CPU 2,30GHz
- Sistem Operasi : Windows 10 32 bit

4.2.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Pada bagian ini terdapat kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan oleh sistem pada penelitian ini yaitu Arduino 1.8.5 yang merupakan IDE yang digunakan untuk mengoperasikan mikrokontroler Arduino dan untuk menjalankan program lainnya yang dibutuhkan dalam pembuatan program dalam penelitian ini. Dengan arduino IDE lebih memudahkan dalam melakukan pengolahan terhadap sensor serta perangkat sistem lainnya.

Selain itu pada Arduino IDE juga tersedia fitur *library* yang berguna dan memudahkan untuk membuat program. Contohnya *library* "LiquidCrystal.h" untuk memprogram LCD I2C 16x2, dengan adanya library lcd ini membuat pengolahan tampilan untuk user menjadi lebih mudah.

Sistem membutuhkan perhitungan matematika yang rumit, hal ini dikarenakan penggunaan metode *naive bayes* pada sistem. Untuk dapat mengerjakan perhitungan yang rumit tersebut maka digunakan *library* "math.h" untuk melakukan perhitungan matematika yang cukup rumit.

4.3 Batasan Desain Sistem

Dalam pembuatan sistem klasifikasi kualitas kondisi toilet ini terdapat beberapa Batasan sehingga lingkup pembahasan, perancangan, maupun pengimplementasiannya tidak terlalu luas. Adapun batasan-batasan desain sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan dua MQ135 untuk pengambilan data gas amonia, co, co2.
2. Menggunakan DHT11 untuk pengambilan data suhu.
3. Menggunakan Arduino Uno dalam pengolahan data.
4. Menggunakan library LCD I2C 16x2 dalam prose penampilan data.
5. Menggunakan library math.h dalam prose perhitungann data.
6. Menggunakan metode *Naive Bayes* untuk melakukan klasifikasi kondisi toilet.
7. Pengujian dilakukan pada toilet secara langsung.
8. Sistem tidak bergerak pada saat pendeteksian pada toilet.
9. Sistem hanya dapat melakukan pendeteksian serta pengklasifikasian saat ada *trigger* dari pengguna.
10. Sebelum sistem digunakan, sistem harus diaktifkan terlebih dahulu untuk mengkalibrasi sensor gas MQ135 kurang lebih 5-10 menit.
11. Pembahasan difokuskan pada keakuratan dan performasi yang dihasilkan oleh sistem.

BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

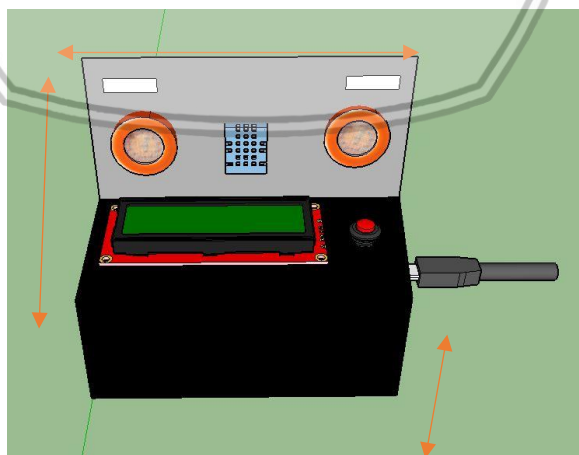
Bagian utama dari bab 5 ini menjelaskan tentang proses perancangan dan implementasi sistem secara terperinci baik perancangan dan implementasi dari sisi perangkat keras ataupun dari perangkat lunak.

5.1 Perancangan Sistem

Pada sub bab ini dipaparkan cara perancangan sistem dimulai dari perancangan *prototype* alat, perancangan perangkat keras hingga perancangan perangkat lunak.

5.1.1 Perancangan *Prototype* Alat Klasifikasi Kualitas Kondisi Toilet

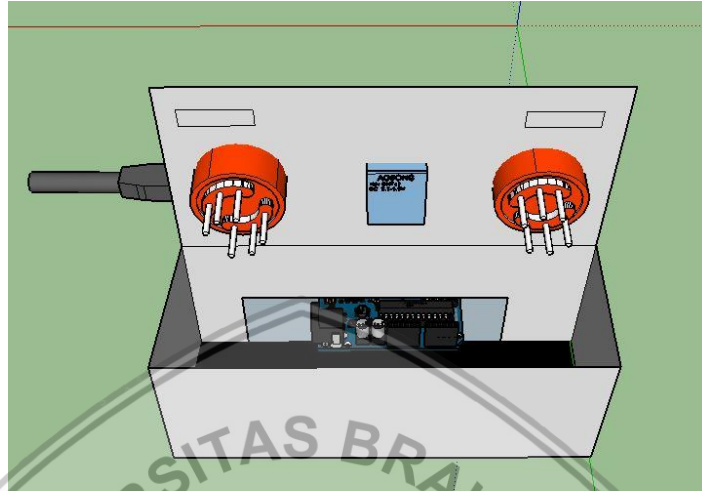
Dalam prosesnya desain sistem pendeteksi kualitas toilet berdasarkan gas dan suhu pada ruangan berbasis sensor mq135 dan dht11 menggunakan metode *naive bayes* ini dilakukan dengan menggunakan *software* Google SketchUp 2016-32 Bit. Dimana pada *prototype* terdapat komponen-komponen penting seperti arduino uno, dua sensor gas MQ135, sensor dht11, lcd i2c 16x2 dan komponen lainnya. Untuk penempatan setiap komponen, dimensi, serta bahan yang digunakan menjadi faktor yang sangat penting dalam mendesain *prototype* alat. Bahan yang digunakan adalah akrilik dengan warna hitam yang memiliki ketebalan 2mm yang memiliki dimensi ukuran dengan lebar 12cm, panjang 17cm, serta tinggi 10cm. Dalam penentuan dimensinya yang memiliki ukuran 12x17x10 berdasarkan banyaknya ruang yang dibutuhkan untuk masing-masing komponen. Pemasangan untuk kedua sensor mq135 serta dht11 menonjol keluar yang bertujuan untuk dapat memaksimalkan setiap sensor dalam melakukan *sensing*. Desain *prototype* alat ditunjukkan pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 *Prototype* Alat Tampak Depan

Pada Gambar 5.1 terlihat bahwa *prototype* adalah sebuah sistem yang kompleks yang terdiri dari banyak bagian serta komponen yang saling terintegrasi. Pada bagian depan terlihat dua sensor gas MQ135 yang berfungsi

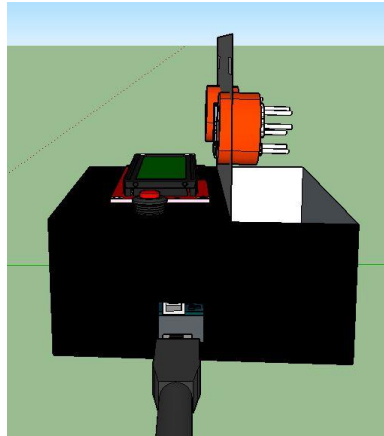
untuk pengambilan data gas, sedang diantara kedua sensor MQ135 terdapat sensor dht11 yang berfungsi dalam pengambilan data suhu. Pada sisi atas yang pertama terdapat sebuah lcd i2c 16x2 dan sebuah push button yang berfungsi untuk trigger ketika user ingin melakukan klasifikasi.



Gambar 5.2 *Prototype* Alat Tampak Dalam

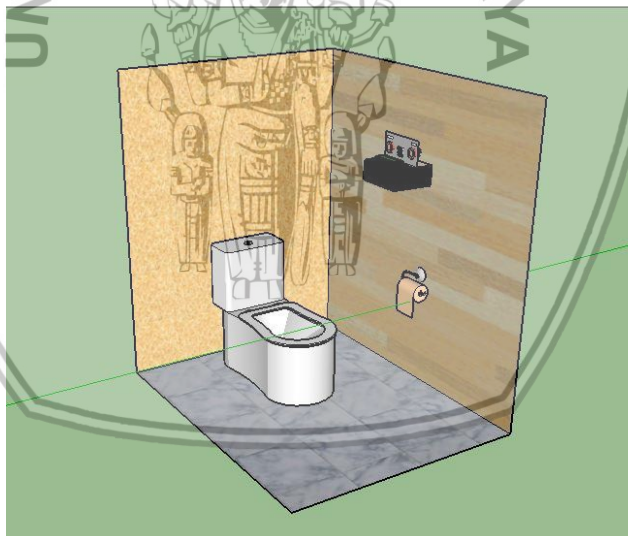
Dalam melakukan desain *prototype* dari sistem klasifikasi kualitas kondisi toilet ini perlu diperhatikan peletakkan tiap-tiap komponen serta ukuran alat yang dikembangkan. Pada Gambar 5.2 diatas, terlihat bahwa posisi arduino adalah berada di antara sisi atas pertama untuk sensor dan lcd 16x2. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengkabelan dari sensor yang digunakan serta lcd 16x2 sehingga lebih mudah dalam melakukan *maintenance* ketika alat mengalami kerusakan ataupun terjadi *error* pada alat. Pada gambar terlihat penggunaan dua sensor mq135 hal ini bertujuan untuk mengurangi beban sensor dalam melakukan sensing parameter gas yang digunakan serta menghindari terjadinya kerancuan antara gas amonia dengan gas karbon. Apabila menggunakan satu sensor memiliki dampak dalam pengambilan data yaitu gas amonia sering kali terpengaruh dengan gas karbon, setiap ada kenaikan terhadap gas karbon gas amonia juga mengalami kenaikan begitu sebaliknya dengan gas amonia juga terjadi hal yang sama.

Pada sisi kiri alat terdapat sebuah lubang persegi yang memiliki fungsi untuk pemberian catu daya pada alat. Untuk lubang catu daya memiliki dimensi 3x3 cm yang mana menyesuaikan ukurannya terhadap kabel yang menyalurkan daya. Alat tampak samping dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Alat Tampak Samping

Pada Gambar 5.3 dapat terlihat bahwa pada sisi atas alat terdapat dua bagian yang terhubung oleh satu engsel. Hal ini sangat memudahkan dalam penggunaan serta *maintenance* alat ketika salah satu bagian mengalami kerusakan ataupun terjadi *error* kita tidak perlu membuka semua bagian alat dan dapat dengan cepat melakukan perbaikan alat. Pemasangan sistem pendeteksi gas amonia, karbondioksida, karbonmonoksida serta suhu pada toilet dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.

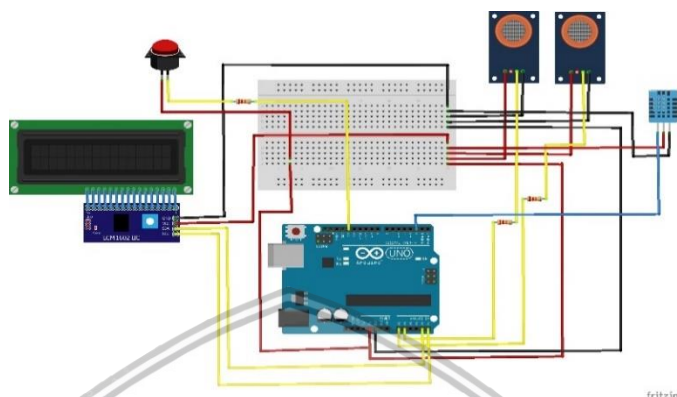


Gambar 5.4 Prototype Alat Pendeteksi Gas Dan Suhu Pada Toilet

Pada Gambar 5.4 terlihat bahwa alat untuk mendeteksi gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida, serta suhu terpasang pada dinding toilet. Hal ini bertujuan supaya dalam penggunaanya alat tidak mengganggu kenyamanan dari pengguna toilet serta dapat mengjangkau seluruh ruang pada toilet. Untuk toilet yang diukur terbatas hanya pada satu bilik toilet saja, yang mana memiliki ukuran atau dimensi toilet yaitu berkisar anatar 1m sampai 1.5m untuk lebarnya serta 1m sampai dengan 2m untuk panjangnya.

5.1.2 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan berdasarkan analisis kebutuhan perangkat keras serta spesifikasi dari masing-masing dari perangkat keras agar dapat membangun sistem sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 5.5 Perancangan Skematik Perangkat

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5, Pada tahapan ini masing-masing komponen seperti Arduino Uno yang merupakan mikrokontroler, MQ135 dan DHT11 sebagai input, serta LCD 16x2 sebagai output dan beberapa komponen lainnya dihubungkan satu dengan yang lain. Terlihat jelas hubungan skematik pin-pin yang digunakan pada masing-masing komponen. Pada skematik 5.5 terdapat sebuah push button yang memiliki fungsi sesuai penjelasan pada deskripsi sistem. Dimana rangkaian push button sendiri terhubung dengan 5V arduino sedangkan pada kaki yang lain terhubung dengan pin 13 pada arduino dan untuk Koneksi pin LCD 16x2 dengan Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.1 Koneksi Pin LCD I2C 16x2 Dengan Arduino Uno

Pin LCD 16x2	Pin Arduino Uno
Gnd	Gnd
Vcc	5v
SDA	A4
SCL	A5

Berdasarkan Tabel 5.1 dapat diketahui bahwa dari 16 pin LCD i2c memiliki beberapa pin yang dihubungkan dengan Arduino Uno. Pin-pin tersebut adalah Gnd, Vcc, SDA, dan pin SCL. Dimana pin Gnd pada LCD terhubung dengan Gnd pada arduino. Selanjutnya pin Vcc terhubung dengan 5V pada arduino. Untuk dapat menampilkan karakter yang diinginkan maka pin data harus terhubung dengan pin pada arduino. Pin SDA dan SCL akan terhubung dengan pin A4 dan A5 pada arduino. Penggunaan LCD dengan komunikasi serial bertujuan untuk mengefesienkan penggunaan konektor serta pin yang diperlukan pada arduino dan LCD sendiri. Jika menggunakan LCD biasa tanpa komunikasi serial i2c

memakan cukup banyak ruang, pin, serta membutuhkan banyak konektor sehingga menjadi kurang efisien.

Tabel 5.2 Keterangan Koneksi Pin MQ135 Dengan Arduino Uno

Pin Sensor Gas MQ135	Pin Arduino Uno
Vcc	5v
Gnd	Gnd
A0	A0

MQ135 Air Quality Sensor adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi beberapa gas, salah satunya adalah gas amonia. Sensor MQ135 sendiri merupakan sensor yang bersifat resistif oleh karena itu dalam penggunaannya diperlukan rangkaian yang dapat membaca resistansi sensor agar dapat dibaca dengan baik pada mikronkontroler arduino. Untuk itu pin analog tidak secara langsung terhubung dengan pin A0 pada arduino. Melainkan harus dihubungkan terlebih dahulu dengan sebuah resistor.

Tabel 5.3 Keterangan Koneksi Pin Pin MQ135 Dengan Arduino Uno

Pin Sensor Gas MQ135	Pin Arduino Uno
Vcc	5v
Gnd	Gnd
A0	A1

MQ135 Air Quality Sensor adalah sensor yang memonitor kualitas udara untuk mendeteksi beberapa gas, salah satunya adalah gas amonia. Sensor MQ135 sendiri merupakan sensor yang bersifat resistif oleh karena itu dalam penggunaannya diperlukan rangkaian yang dapat membaca resistansi sensor agar dapat dibaca dengan baik pada mikronkontroler arduino. Untuk itu pin analog tidak secara langsung terhubung dengan pin A1 pada arduino. Melainkan harus dihubungkan terlebih dahulu dengan sebuah resistor.

Tabel 5.4 Keterangan Koneksi Pin DHT11

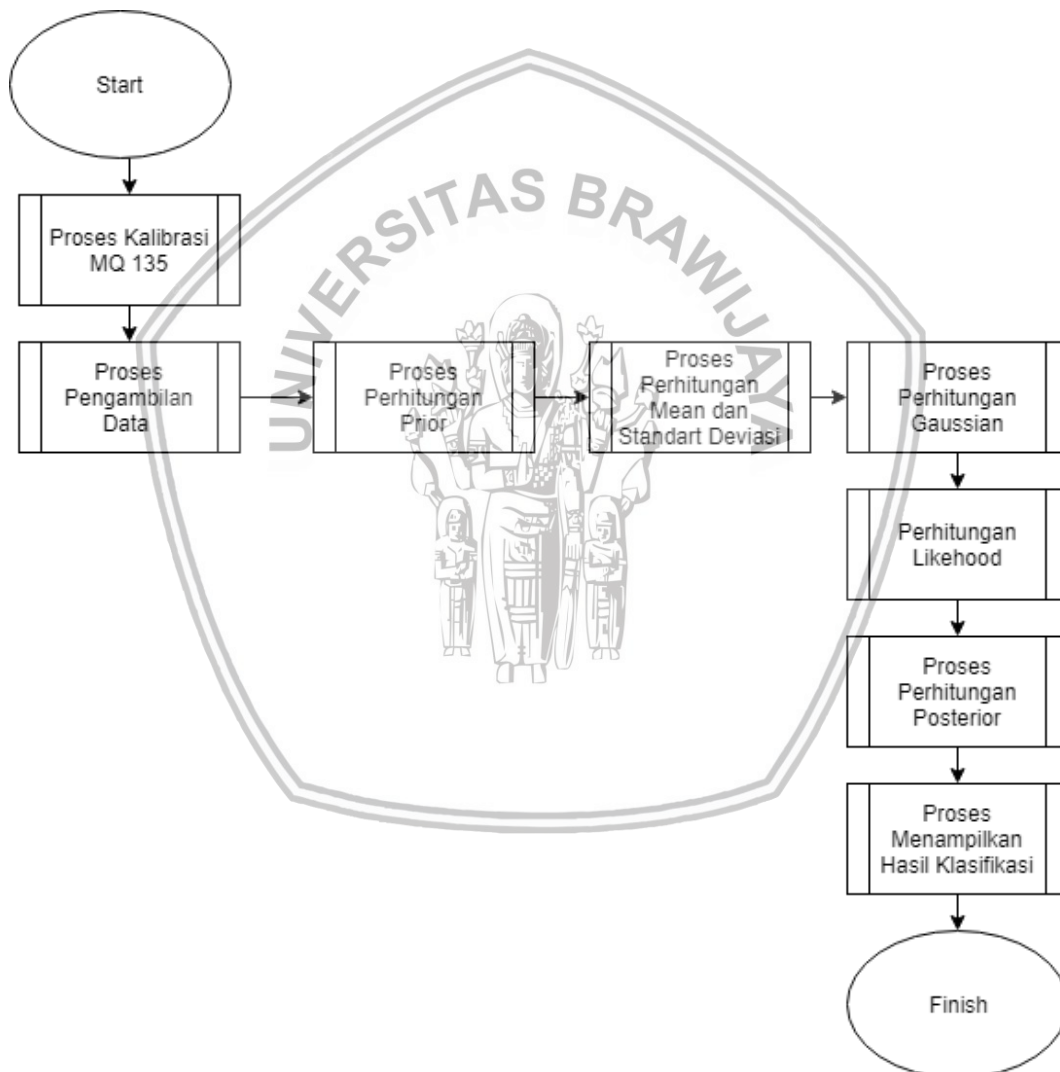
Pin Sensor DHT11	Pin Arduino Uno
Vcc	5v
Gnd	Gnd
D0	D2

Sensor DHT11 adalah module sensor yang berfungsi untuk mensensing objek suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Module sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Kelebihan dari module sensor ini dibanding module sensor lainnya yaitu dari segi kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan

dalam hal sensing objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi.

5.1.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak sendiri dibagi menjadi 2 bagian. Untuk bagian yang pertama berfokus pada perancangan perangkat lunak pada mikrokontroler dalam pengambilan data sensor yang diolah sedangkan untuk bagian yang kedua adalah perancangan perangkat lunak untuk melakukan proses klasifikasi dengan menggunakan metode naive bayes. Diagram alir perancangan perangkat lunak dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.

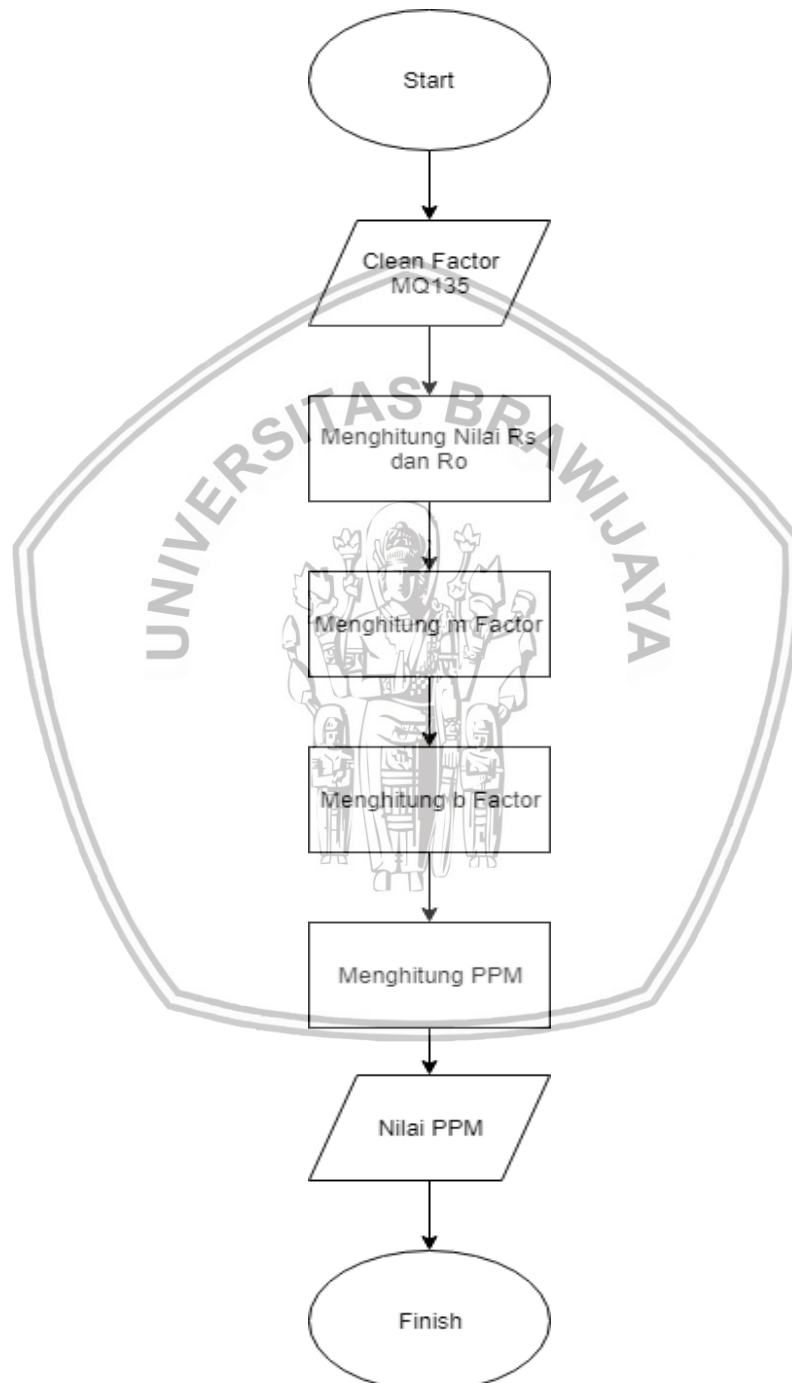


Gambar 5.6 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

5.1.3.1 Perancangan Proses Kalibrasi MQ135

Dalam penelitian ini, untuk penggunaan mq135 yang merupakan sensor gas memerlukan proses kalibrasi yang berbeda dengan sensor lainnya. Dalam prosesnya perlu dilakukan analisis serta perhitungan terhadap grafik yang telah

disediakan oleh mq135 datasheet. Sehingga dalam prosesnya pembacaan poin grafik merupakan suatu hal yang sangat penting. Dengan menerapkan proses kalibrasi berdasarkan grafik maka nilai gas yang didapatkan memiliki nilai akurasi yang baik jika dibandingkan proses kalibrasi dengan mengabaikan grafik pada datasheet mq135. Proses kalibrasi data dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Flowchart Kalibrasi MQ135

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa untuk melaksanakan kalibrasi sensor MQ135 kita harus melewati beberapa tahap. Pada tahap yang pertama adalah pengambilan nilai *clean factor* pada grafik yang telah disediakan MQ135 sendiri. Nilai dari *clean factor* digunakan dalam proses perhitungan Rs yang merupakan resistansi sensor. Untuk perhitungan Rs dapat dilihat pada persamaan 2.1

Setelah mendapatkan nilai Rs selanjutnya adalah proses perhitungan untuk mendapatkan nilai Ro yang mana merupakan resistansi sensor pada saat udara bersih. Sensor harus didiamkan pada udara bersih minimal selama dua hari pada keadaan hidup sampai resistansi sensor berada pada titik seimbang dan tidak berubah-ubah. Untuk menghitung nilai Ro sendiri menggunakan **Persamaan (2.3)**.

Setelah mendapatkan nilai untuk Ro dan Rs maka bisa dilanjutkan untuk mengambil nilai poin gas tertentu pada grafik datasheet yang digunakan dalam perhitungan m dan b faktor yang mana untuk perhitungannya menggunakan **Persamaan (2.4)** dan **Persamaan (2.5)** yang telah dijelaskan sebelumnya.

Berikut adalah contoh perhitungan nilai ppm gas amonia yang memiliki poin nilai untuk *slope line* $x_1 = 39.84$ $y_1 = 0.96$ dan $x_2 = 59.68$ $y_2 = 0.86$ dan interception $x = 50.19$ $y = 0.90$.

1. Menghitung nilai m faktor

$$m = \log(y_2/y_1) / \log(x_2/x_1)$$

$$m = \log(0.86/0.96) / \log(59.68/39.84)$$

$$m = -0.272$$

2. Menghitung nilai b faktor

$$b = \log(y) - m * \log(x)$$

$$b = \log(0.90) - (-0.272) * \log(50.19)$$

$$b = -0.045 + 0.462$$

$$b = 0.417$$

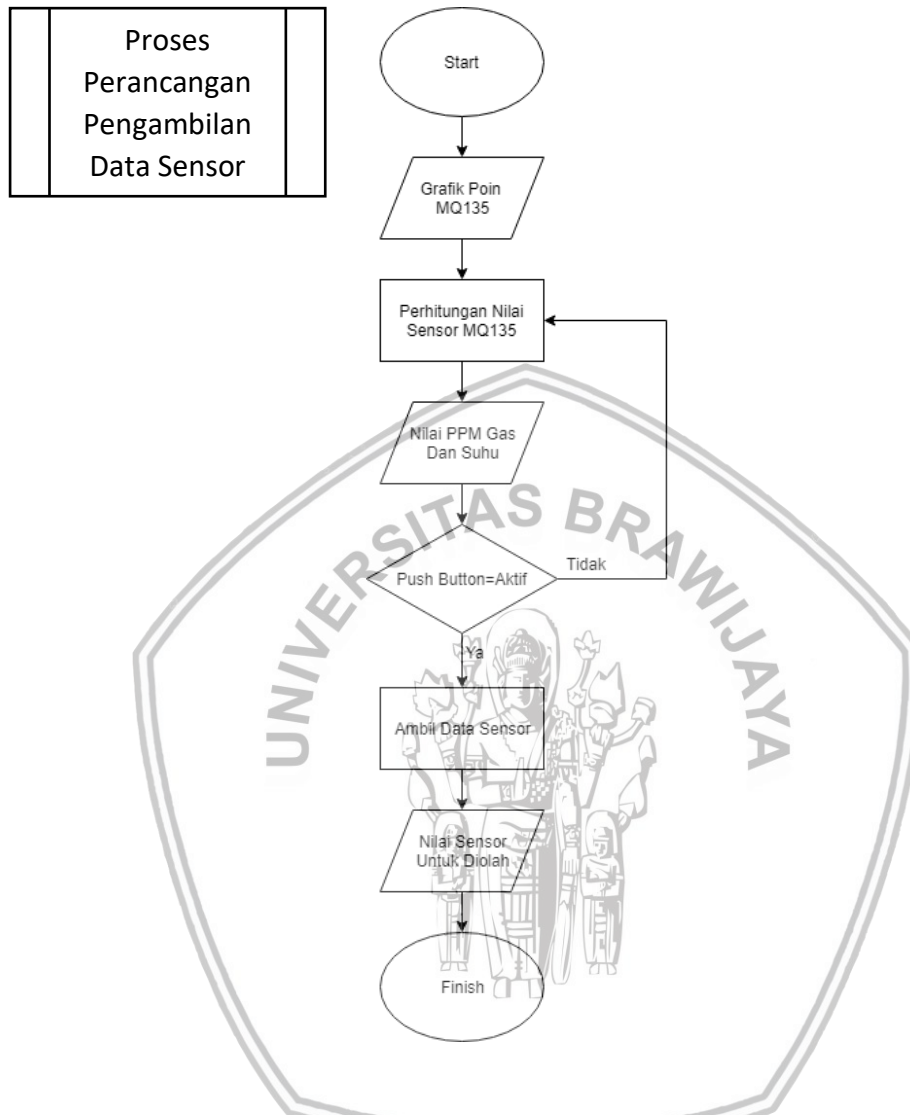
3. Menghitung nilai ppm

$$\text{ppm} = 10^{\{[\log(rs/ro)-b] / m\}}$$

$$\text{ppm} = 10^{\{[\log(100/20)-0.417] / -0.272\}}$$

$$\text{ppm} = 0.093$$

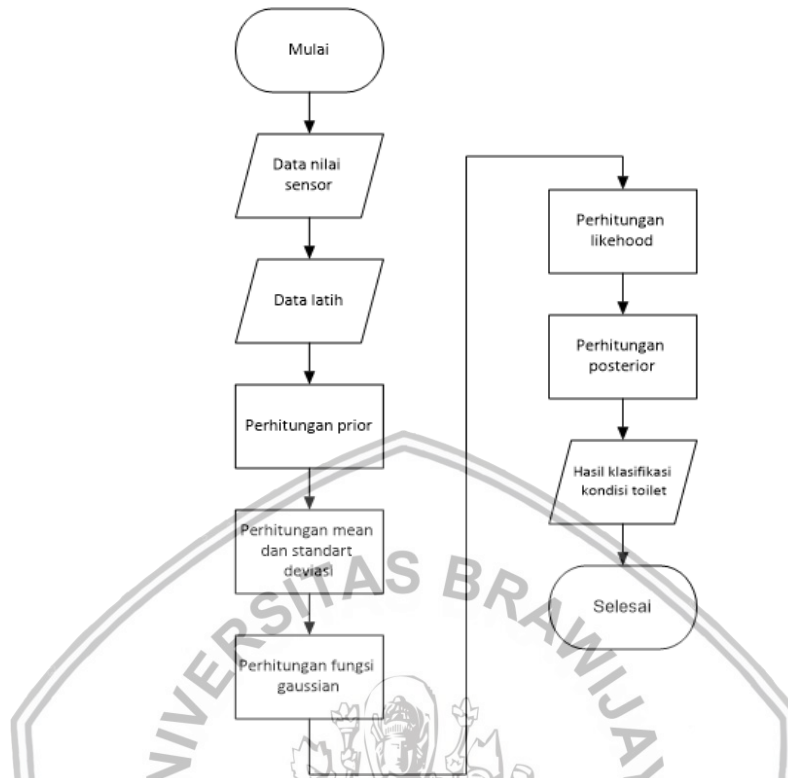
5.1.3.2 Perancangan Pengambilan Data Sensor



Gambar 5.8 Diagram Perancangan Perangkat Lunak Pengambilan Data Sensor

Proses perancangan perangkat lunak untuk pengambilan data sensor ditunjukkan pada gambar 5.8. Dimana pengambilan data sensor memiliki beberapa tahapan untuk memudahkan pengolahan atau pemrosesan dari data yang telah diambil hingga dilakukannya klasifikasi menggunakan metode Naive Bayes. Pada dasarnya mikrokontroler melakukan pembacaan nilai sensor secara terus menerus. Oleh karena itu digunakan push button untuk dapat melakukan kontrol terhadap kondisi tersebut. Apabila push on melakukan pembacaan nilai sensor untuk NH₃,CO,CO₂, dan DHT11. Sedangkan jika push off maka hasil pembacaan terakhir dari sensor diambil dan digunakan dalam melakukan perhitungan terhadap kondisi toilet berdasarkan gas NH₃,CO,CO₂, dan DHT11 pada toilet dengan menggunakan Naive Bayes.

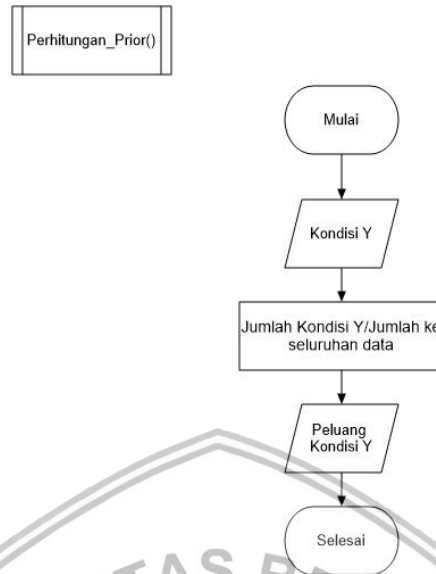
5.1.3.3 Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi *Naive Bayes*



Gambar 5.9 Diagram alir Perancangan Perangkat Lunak Klasifikasi

Pada proses perancangan perangkat lunak dengan *Naive Bayes* melalui beberapa tahapan, dari awal pengambilan data sensor untuk digunakan sebagai fitur-fitur sampai pada pengklasifikasian kondisi toilet nantinya. Hasil dari pembacaan sensor ini memiliki pengaruh yang besar terhadap penentuan klasifikasi kondisi toilet. Selain itu klasifikasi juga dipengaruhi oleh nilai dari data latih itu sendiri. Tahapan proses klasifikasi dimulai dari perhtungan nilai probabilitas *posterior*, setelah itu nilai dari perhtiungan *posterior* digunakan untuk melakukan perhitungan pada fungsi *gaussian*, selanjutnya adalah menentukan probposterior dan menentukan hasil peluang tertinggi sampai mendapatkan hasil klasifikasi kondisi toilet. Hasil nilai *probposterior* yang antara kondisi baik dan kondisi buruk dibandingkan, apabila nilai *probposterior* untuk kondisi baik lebih tinggi dari pada *probposterior* untuk kondisi buruk maka dapat disimpulkan bahwa hasil klasifikasi toilet tersebut berada dalam keadaan baik, begitupun sebaliknya apabila nilai *probposterior* untuk kondisi buruk lebih tinggi dari pada *probposterior* untuk kondisi baik maka dapat disimpulkan bahwa hasil klasifikasi toilet tersebut berada dalam keadaan buruk.

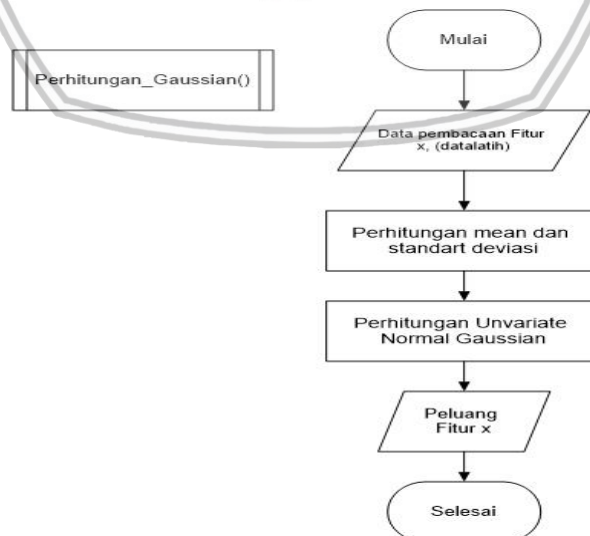
5.1.3.4 Perancangan Perhitungan Prior



Gambar 5.10 Diagram Alir Perhitungan Nilai Prior

Tahap pertama dalam proses klasifikasi dengan metode *Naive Bayes* adalah menghitung nilai *prior* dari masing-masing kelas yaitu untuk kelas toilet baik dan untuk kelas toilet buruk yang mana dalam menentukan kondisi kelas berdasarkan 4 parameter yaitu nilai dari gas amonia, karbondioksida, karbonmnoksida, serta suhu pada toilet. Nilai *prior* merupakan nilai peluang terjadinya suatu kelas dengan membagi banyaknya data dalam suatu kelas dengan jumlah seluruh data yang ada. Data yang digunakan dalam perhitungan adalah data latih, dari perhitungan inilah didapat nilai *prior* yang nantinya digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

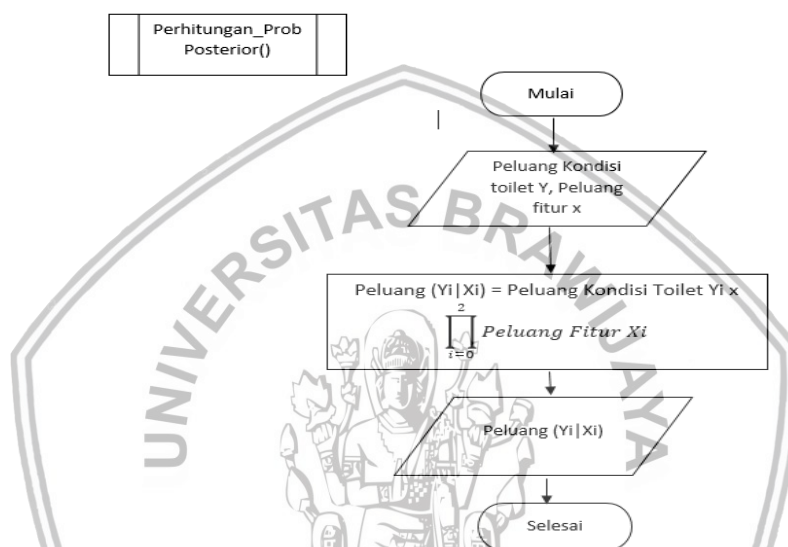
5.1.3.5 Perancangan Perhitungan Fungsi Gaussian



Gambar 5.11 Diagram Perhitungan Fungsi Gaussian

Tahap yang kedua setelah proses perhitungan *prior* adalah menentukan masing-masing fitur. Terdapat 3 fitur yang digunakan dalam sistem ini yaitu fitur dari pembacaan MQ135 berupa nilai ppm dari gas amonia, karbonmonoksida, dan karbondioksida dari sensor DHT11 untuk fitur keempat berupa membaca nilai *temperature*. Sebelum dapat menentukan nilai peluang dari setiap fitur, perlu dilakukan perhitungan *mean* dan *standart deviasi* dari data latih yang ada. Selanjutnya nilai dari perhitungan *mean* dan *standart deviasi* digunakan dalam proses klasifikasi pada mikrokontroler.

5.1.3.6 Perancangan Perhitungan Fungsi PropPosterior



Gambar 5.12 Diagram Alir Perhitungan ProbPosterior

Tahap selanjutnya setelah mendapat nilai *prior* dan *gaussian* adalah, menentukan nilai dari peluang *posterior*. Peluang *posterior* sendiri merupakan peluang untuk menentukan besarnya peluang terhadap masing-masing kelas terjadi ketika ada masukan dari tiap fitur. Untuk menentukan besarnya peluang masing-masing kondisi toilet terjadi ketika ada pembacaan terhadap nilai dari fitur ppm NH4 dan ppm CO. Untuk mendapatkan nilai dari *posterior* adalah dengan mengkalikan hasil dari fungsi *prior* dengan *gaussian* Seperti dijelaskan pada **Persamaan (2.8)**, **Persamaan (2.9)** dan **Persamaan (2.10)**.

Contoh perhitungan manual untuk melakukan klasifikasi terhadap kondisi toilet dengan data uji yang memiliki fitur Amonia=0.3, Karbonmonoksida=0.17, Karbondioksida=0.33 dan Suhu=27 adalah sebagai berikut.

1. Menghitung peluang prior dari masing-masing jenis kondisi toilet

$$P_{Baik} = \frac{\text{Jumlah kondisi toilet baik}}{\text{Jumlah seluruh data}} = \frac{35}{55} = 0.636363636$$

$$P_{Baik} = \frac{\text{Jumlah kondisi toilet buruk}}{\text{Jumlah seluruh data}} = \frac{20}{55} = 0.363636364$$

2. Menghitung nilai mean dan standart deviasi
 - Mean kondisi baik

$$\frac{\sum_{i=1}^n NH3i}{\text{Jumlah jenis kondisi baik}} = 0.348571429$$

- Mean kondisi buruk

$$\frac{\sum_{i=1}^n COi}{\text{Jumlah jenis kondisi buruk}} = 0.4455$$

Untuk mendapatkan nilai mean dari jenis kondisi toilet buruk memiliki perhitungan yang sama dengan kondisi toilet baik. Hasil perhitungan mean untuk masing-masing kondisi toilet dapat dilihat pada Tabel 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.5 Nilai Mean Untuk Setiap Kondisi

Jenis Kondisi	NH3	CO2	CO	Suhu
Baik	0.636	0.148285	0.29114	26.6
Buruk	1.356	0.24015	0.4455	28.55

3. Menghitung nilai standart deviasi dan gaussian fitur untuk fitur Amonia=0.3, dan Karbonmonoksida=0.33, Karbondioksida=0.17, Suhu=27

- Standart deviasi kondisi baik

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (NH3i - x_{NH4(Baik)})}{\text{Jumlah jenis kondisi baik} - 1}}$$

$$= 0.085513771$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (COi - x_{CO(Baik)})}{\text{Jumlah jenis kondisi baik} - 1}}$$

$$= 0.025410909$$

Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk mencari kondisi toilet buruk. Hasil untuk perhitungan standart deviasi dapat dilihat pada Tabel 5.6 dibawah ini.

Tabel 5.6 Nilai Standart Deviasi Untuk Setiap Kondisi

Jenis Kondisi	NH3	CO2	CO	Suhu
Baik	0.85513771	0.11242177	0.025410909	0.603908
Buruk	0.5656277	0.021380697	0.036472	0.5155477

- Menghitung gaussian fitur

$$P = (NH3 = 0.3 | Baik) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{NH4(Baik)}^2}} e^{-\frac{(0.78 - \mu_{NH4(Baik)})^2}{2\sigma_{NH4(Baik)}^2}}$$

$$= 3.971260194$$

$$P = (CO2 = 0.17 | Buruk) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{NH4(Buruk)}^2}} e^{-\frac{(0.78 - \mu_{NH4(Buruk)})^2}{2\sigma_{NH4(Buruk)}^2}}$$

$$= 0.123486765$$

Untuk menentukan nilai dari gaussian dari fitur CO dengan melakukan perhitungan yang sama. Pada Tabel 5.7 dibawah ini adalah hasil perhitungan untuk seluruh fitur.

Tabel 5.7 Nilai Gaussian Untuk Setiap Fitur

Jenis Kondisi	NH3	CO2	CO	Suhu
Baik	0.085513771	0.011242177	0.025410909	0.603908836
Buruk	0.565627737	0.021380697	0.036472773	0.515547741

4. Menghitung nilai peluang posterior masing-masing kondisi

$$P(Baik | NH4=0.78, CO=1.8)$$

$$= P_{Baik} \times P(NH3 = 0.3 | Baik) \times P(CO2 = 0.17 | Baik) \times P(CO = 0.33 | Baik) \times P(Suhu = 27 | Baik)$$

$$= 35.95174043$$

$$P(Buruk | NH4=0.78, CO=1.8)$$

$$= P_{Buruk} \times P(NH3 = 0.3 | Buruk) \times P(CO2 = 0.17 | Buruk) \times P(CO = 0.33 | Buruk) \times P(Suhu = 27 | Buruk)$$

= 2.3609

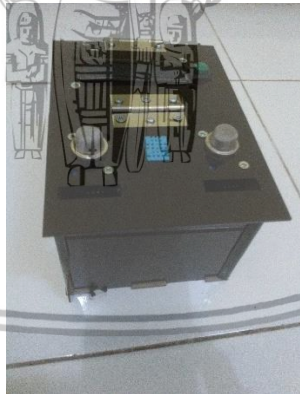
Melihat dari hasil perhitungan untuk peluang posterior diatas, kondisi toilet yang memiliki nilai paling tinggi adalah kondisi baik. Maka dapat dikatakan bahwa fitur dengan $NH_3 = 0.3$, $CO_2 = 0.17$, $CO = 0.33$, dan Suhu = 27 termasuk dalam jenis klasifikasi kondisi Baik.

5.2 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap untuk merealisasikan pembuatan sistem berdasarkan semua perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada subbab ini menjelaskan satu per satu secara rinci terkait implementasi *prototype*, implementasi perangkat keras serta implementasi perangkat lunak.

5.2.1 Implementasi *Prototype* Sistem Klasifikasi Kualitas Kondisi Toilet

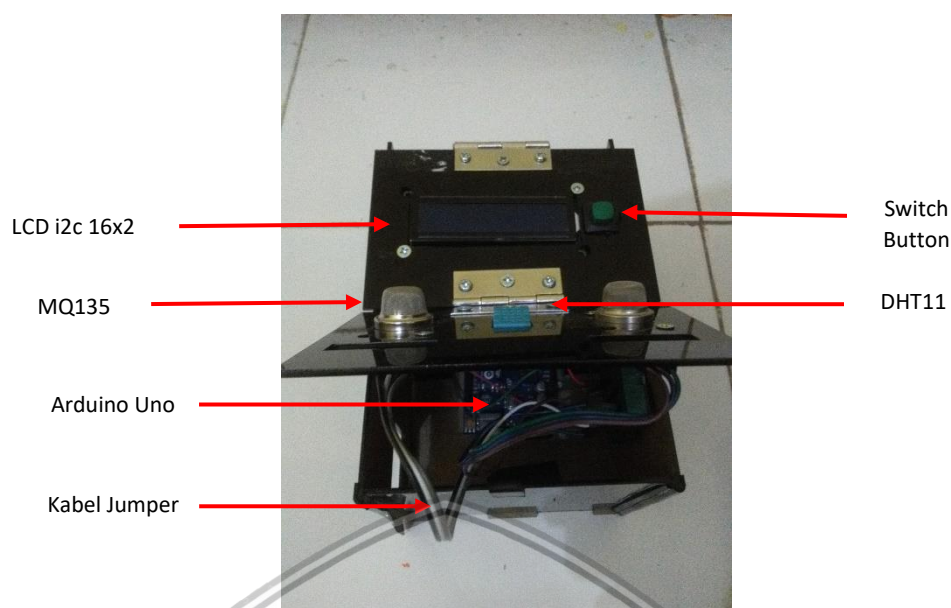
Implementasi *prototype* alat pendeteksi gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida serta suhu pada toilet mengacu pada perancangan di bab sebelumnya. Dimana perancangannya menggunakan akrilik dengan warna hitam dengan ketebalan 2 mm serta memiliki dimensi dengan tinggi 10 cm, lebar 12 cm dan panjang 17cm yang telah disesuaikan dengan kebutuhan. Dengan ukuran kotak yang sedemikian rupa dapat menjadi wadah bagi setiap komponennya. Implementasi *prototype* serta peletakan masing-masing komponen dapat dilihat pada gambar 5.13 berikut.



Gambar 5.13 Implementasi *Prototype* Alat Pendeteksi Gas dan Suhu

5.2.2 Implementasi Perangkat Keras

Pada tahap ini dipaparkan proses pengimplementasian perangkat keras yakni, MQ135, DHT11, serta LCD 16x2. Komponen ini dihubungkan menjadi 1 berdasarkan pada perancangan yang telah dijelaskan pada sub bab 5.1.2.



Gambar 5.14 Implementasi *Prototype* Alat Pendeteksi Gas Dan Suhu

Pada Gambar 5.14 dapat dilihat hasil implementasi perangkat keras yakni MQ135, Arduino, DHT11, LCD 16x2 serta *Switch Button*. MQ135 dan DHT 11 diletakkan diatas tutup atas bagian kedua dan menghadap keatas. Sedangkan Arduino diletakkan di bagian bawah box tepat ditengah 2 bagian tutup atas. Untuk bagian wadah atas yang pertama digunakan untuk peletakan LCD 16x2 serta tombol *button*. Semua perangkat dihubungkan melalui kabel jumper.

5.2.3 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak memaparkan proses realisasi program untuk sistem klasifikasi kualitas kondisi toilet ini berdasarkan perancangan yang telah dilakukan pada subbab 5.1.3. Secara umum pembuatan program dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE 1.8.5 serta penggunaan beberapa library yang membantu serta memudahkan dalam melakukan pemrograman. Pada Tabel 5.8 ditunjukan penggunaan *library* pada sistem ini. Beberapa library yang digunakan seperti *library* “Wire.h” untuk komunikasi serial i2c pada arduino, “LCD.h”, “LiquidCrystal_I2C.h” untuk penggunaan LCD 16x2 i2c serta “math.h” untuk melakukan perhitungan matematika yang kompleks..

Tabel 5.8 Kode Program Inisialisasi Library Sistem Klasifikasi

Baris	Kode Program
1	#include <Wire.h>
2	#include <LCD.h
3	#include <LiquidCrystal_I2C,h>
4	#include <math.h>

Berdasarkan tabel 5.8 terdapat 4 *library* yang digunakan pada sistem ini. Pada Tabel 5.8 menunjukkan penggunaan *library* pada sistem ini. Beberapa *library* yang digunakan seperti *library* “Wire.h” untuk komunikasi serial i2c serta untuk *wiring* i2c pada LCD atau pengalamatan alamat i2c pada LCD 16x2 pada arduino, “LCD.h”, “LiquidCrystal_I2C.h” untuk penggunaan LCD 16x2 i2c serta “math.h” untuk melakukan perhitungan matematika yang kompleks.

Tabel 5.9 Kode Program Inisialisasi Semua Variabel Global

Baris	Kode Program
1	<code>//pin LCD Display</code>
2	<code>LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F , 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3,</code>
3	<code>POSITIVE);</code>
4	<code>//set pin untuk button dan led</code>
5	<code>#define button 13</code>
6	<code>int buttonPoll = 0;</code>
7	<code>int lastbuttonState = 0;</code>
8	<code>//inisialisasi array untuk pengambilan dan menyimpan data</code>
9	<code>sensor</code>
10	<code>float baca[4];</code>
11	<code>double masukan[4];</code>
12	<code>// pin digital yang digunakan</code>
13	<code>#define DHTPIN 2</code>
14	<code>#define DHTTYPE DHT11</code>
15	<code>DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);</code>
16	<code>//define mq135</code>
17	<code>#define RL135 22</code>
18	<code>#define Ro135 20</code>
19	<code>#define RL135_1 22</code>
20	<code>#define Ro135_1 20</code>
21	<code>//define mq135 pin</code>
22	<code>#define MQ135_pin A1</code>
23	<code>#define MQ135_pin1 A0</code>
24	<code>//define NH3 factor</code>
25	<code>#define mNH3 -0.397</code>
26	<code>#define bNH3 0.793</code>
27	<code>//define CO2 factor</code>
28	<code>#define mCO2 -0.341</code>
29	<code>#define bCO2 0.681</code>
30	<code>//define CO factor</code>
31	<code>#define mCO -0.341</code>
32	<code>#define bCO 0.681</code>
33	<code>//define CO factor</code>
34	<code>#define mCO -0.341</code>
35	<code>#define bCO 0.681</code>
36	<code>//define CO factor</code>

Baris	Kode Program
37	#define mCO -0.256
38	#define bCO 0.703

Inisialisasi dan deklarasi merupakan hal yang sangat diperlukan dalam melakukan pembacaan nilai dari suatu sensor. Inisialisasi serta deklarasi pin sensor dilakukan berdasarkan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Pada Tabel 5.9 menunjukkan inisialisasi serta konfigurasi pin yang digunakan. Pada baris ke-2 menunjukkan inisialisasi serta konfigurasi dalam penggunaan LCD I2C 16x2 dimana memiliki alamat 0x3F. Baris ke 6-10 adalah inisialisasi yang digunakan untuk push button. Baris 13 dan 14 adalah inisialisasi variabel array yang berfungsi untuk menyimpan setiap data pembacaan sensor amonia, karbonmonoksida, karbondioksida dan suhu. Pada baris ke 17 menetapkan bahwa pin yang digunakan untuk dht11 adalah pin 2. Untuk baris 26 sampai dengan baris 47 merupakan konfigurasi dari penggunaan MQ135 sendiri. Dimana terdapat untuk konfigurasi pin analog yang menggunakan pin A0 dan A1, konfigurasi untuk nilai RL dan Ro dan konfigurasi untuk menetapkan nilai *slope line* dan *intercep line*.

5.2.3.1 Implementasi Kode Program Proses Akuisisi Data Gas

Tabel 5.10 Kode Program Proses Akuisisi Data Gas Amonia

Baris	Kode Program
1	float VRL135;
2	float Rs135;
3	float ratio135;
4	
5	VRL135 = analogRead(MQ135_pin) * (5.0/1023.0);
6	Rs135 = ((5.0*RL135)/VRL135)-RL135;
7	ratio135 = Rs135/Ro135;
8	float ppmNH3 = pow(10, ((log10(ratio135)-bNH3)/mNH3));
9	
10	Serial.print(" ppmNH3: ");
11	Serial.print(ppmNH3);

Pada Tabel 5.10 merupakan program untuk pembacaan nilai dari sensor yang digunakan yaitu MQ135. Sensor mq135 merupakan sensor resistif yang memiliki sensitifitas tinggi dan dapat mendeteksi gas amonia dalam kehidupan sehari-hari. Dalam mendapatkan nilai ppm tidak bisa dilakukan secara langsung karena memerlukan perhitungan dari nilai analog yang didapatkan. Yaitu nilai analog yang didapatkan dikonversi menjadi digital dengan proses ADC. Kemudian nilai digital inilah yang digunakan sebagai masukan pada mikrokontroler, untuk mendapatkan nilai resitansinya sendiri digunakan rumus pembagi tegangan yang terdapat pada baris ke-5. Sampai pada tahap dimana telah mendapat nilai

resistansi, selanjutnya dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan nilai ppm yang sebenarnya yang terdapat pada baris ke-6 sampai baris ke-10. Nilai ratio atau nilai R_s/R_o inilah yang dikonversi yang nantinya dapat digunakan untuk mengetahui nilai ppm yang sebenarnya. Pada baris 10 dan 11 memiliki fungsi untuk menampilkan nilai ppm amonia yang telah didapatkan.

Tabel 5.11 Kode Program Proses Akuisisi Data Gas CO Dan CO2

Baris	Kode Program
1	<code>float VRL135_1;</code>
2	<code>float Rs135_1;</code>
3	<code>float ratio135_1;</code>
4	
5	<code>VRL135_1 = analogRead(MQ135_pin1)*(5.0/1023.0);</code>
6	<code>Rs135_1 = ((5.0*RL135_1)/VRL135_1)-RL135_1;</code>
7	<code>ratio135_1 = Rs135_1/Ro135_1;</code>
8	<code>Serial.print(" ppmCO2: ");</code>
9	<code>Serial.print(ppmCO2);</code>
10	<code>Serial.println(" ");</code>
11	<code>Serial.print(" ppmCO : ");</code>
12	<code>Serial.print(ppmCO);</code>

Pada Tabel 5.11 merupakan program untuk pembacaan nilai dari sensor yang digunakan yaitu MQ135. Sensor mq135 merupakan sensor resistif yang memiliki sensitifitas tinggi dan dapat mendeteksi gas amonia dalam kehidupan sehari-hari. Dalam mendapatkan nilai ppm tidak bisa dilakukan secara langsung karena memerlukan perhitungan dari nilai analog yang didapatkan. Yaitu nilai analog yang didapatkan dikonversi menjadi digital dengan proses ADC. Kemudian nilai digital inilah yang digunakan sebagai masukan pada mikrokontroler, untuk mendapatkan nilai resistansinya sendiri digunakan rumus pembagi tegangan yang terdapat pada baris ke-5. Sampai pada tahap dimana telah mendapat nilai resistansi, selanjutnya dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan nilai ppm yang sebenarnya yang terdapat pada baris ke-6 sampai baris ke-10. Nilai ratio atau nilai R_s/R_o inilah yang dikonversi yang nantinya dapat digunakan untuk mengetahui nilai ppm yang sebenarnya. Pada baris 9 sampai dengan 12 memiliki fungsi untuk menampilkan nilai ppm amonia yang telah didapatkan.

5.2.3.2 Implementasi Kode Program *Trigger* Pengambilan Data

Tabel 5.12 Kode Program *Trigger* Pengambilan Data

Baris	Kode Program
1	<code>void loop() {</code>
2	<code> buttonPoll = digitalRead(button);</code>
3	<code> if (buttonPoll == LOW) {</code>
4	<code> read_sensor(baca);</code>
5	<code> masukan[0] = baca[0];</code>
6	<code> masukan[1] = baca[1];</code>
7	<code> masukan[2] = baca[2];</code>
8	<code> masukan[3] = baca[3];</code>

Baris	Kode Program
9	bayes (masukan);
10	delay(1000);
11	} else {
12	
13	read_sensor(baca);
14	lcd.setCursor(0, 0);
15	lcd.print("Press button");
16	lcd.setCursor(0, 1);
17	lcd.print("to start ");
18	delay(1000);
19	lcd.clear();
20	}
21	}

Pada Tabel 5.12 merupakan kode program yang digunakan untuk melakukan pengecekan apakah terdapat trigger atau tidak. Sebelumnya telah dijelaskan pada gambar 5.5 ketika terdapat trigger atau push button ditekan maka sistem melakukan pengambilan data sensor. Pada baris ke dua merupakan pembacaan sinyal digital dari *push button* jika terjadi penekanan maka melakukan pembacaan nilai dari setiap sensor yang nantinya digunakan dalam proses metode naïve bayes. Sedangkan apabila tidak terjadi penekanan terhadap *push button* pada layar lcd menampilkan text dimana text tersebut sebagai pengingat bagi pengguna.

5.2.3.3 Implementasi Kode Program Inisialisasi *Naive Bayes*

Tabel 5.13 Kode Program Inisialisasi *Naive Bayes*

Baris	Kode Program
1	//sourcecode naïve bayes classifier
2	float gaussian[2][4];
3	float hasil[2];
4	float tertinggi = -1.000;
5	int index = 0;
6	int gauske = 0;

Berdasarkan pada Tabel 5.13 diatas menunjukan proses inisialisasi variabel dan tipe data yang digunakan untuk pemrograman *Naive Bayes*. Kode diatas diinisialisasi sebagai variabel global, sehingga semua fungsi dari setiap program dapat menggunakan variabel tersebut. Untuk baris yang ke dua adalah inisialisasi gaussian yan dimana menggunakan array dua dimensi yang mewakili hasil output dan input sendiri.

5.2.3.4 Kode Program Nilai *Prior*, *Mean*, dan *Standart Deviasi*

Tabel 5.14 Kode program Nilai Prior, Mean, dan Standart Deviasi

Baris	Kode Program
1	float pBaik = 0.583333; //pBaik = 30/60
2	float pBuruk = 0.416667; // pBuruk = 30/60
3	
4	//Array dua dimensi [2][4] untuk menyimpan nilai mean dan sd
5	float baik [2][4] = {{0.33, 0.574,0.574,24.142}, {0.0839, 0.585, 0.585,1.328}};
6	float buruk [2][4] = {{1.37, 4.7,4.7,24.142}, {0.06745, 1.272,1.272,1.328}};
7	

Ada beberapa tahap yang harus dilakukan pada metode *Naive Bayes*. Tahap yang pertama adalah menentukan nilai peluang prior untuk masin-masing kondisi toilet. Pada program Tabel 5.14 diatas pada baris ke-1 dan ke-2 merupakan nilai peluang untuk setiap jenis kondisi baik dan buruk dengan jumlah data latih sebanyak 60 data. Sedangkan untuk baris ke-4 sampai dengan baris ke-6 merupakan representasi nilai dari *mean* dan standar deviasi dari masing-masing kondisi.

5.2.3.5 Implementasi Kode Program Fungsi *Gaussian*

Tabel 5.15 Kode Program Fungsi *Gaussian*

Baris	Kode Program
1	void gaussian(double data_uji[4], float data_latih[2][4])
2	{
3	double d, e, f, g;
4	//mencari nilai gaussian setiap fitur
5	for (int i = 0; i < 4; i++) {
6	d = 2 * 3.14 * (pow(data_latih[1][i], 2));
7	e = -((pow((data_uji[i] - data_latih[0][i]), 2)) / (2 * pow(data_latih[1][i], 2)));
8	f = pow(2.718282, e);
9	g = 1 / sqrt(d);
10	gaussian[gauske][i] = f * g;
11	Serial.print (" gaussian: ");
12	Serial.println(gaussian[gauske][i]);
13	}
14	gauske++;
15	}

Langkah selanjutnya dalam metode *Naive Bayes* adalah perhitungan fungsi gaussian. Berdasarkan kode program Tabel 5.15 diatas memiliki beberapa variabel yang digunakan dalam perhitungan gaussian sendiri. Pada baris ke-1 terdapat sebuah variabel array 1x2 yang mana merupakan representasi dari nilai pembacaan sensor dan parameter berikutnya array 2x2 merepresentasikan nilai

olah data latih. Pada baris ke-2 hingga baris ke-9 merupakan proses perhitungan untuk fungsi gaussian. Pada baris ke-2 terdapat variabel d,e,f,g yang mana variabel tersebut adalah implementasi dari rumus yang digunakan pada perhitungan gaussian.

5.2.3.6 Implementasi Kode Program Fungsi *ProbPosterior*

Tabel 5.16 Kode Program Fungsi *Probposterior*

Baris	Kode Program
1	void ProbPosterior(float prior, int i) {
2	for (int j = 0; j < 4; j++) {
3	if (j == 0) {
4	hasil[i] = (gaussian[i][j] * 100); // dikali 1000 agar
5	angka di belakang koma tidak hilang
6	}
7	else
8	{
9	hasil[i] = hasil[i] * (gaussian[i][j] * 100);
10	}
11	}
12	hasil[i] = hasil[i] * prior;
13	Serial.print (" Prob: ");
14	Serial.println(hasil[i]);
15	}

Pada Tabel 5.16 merupakan implementasi untuk mendapatkan nilai peluang dari setiap kondisi toilet terhadap data yang diujikan. Pada baris ke-1 merupakan inisialisasi fungsi Probsterior yang mana memiliki dua parameter yaitu prior dan i yang merupakan representasi nilai gaussian dari masing-masing fitur. Pada baris ke-2 sampai dengan baris ke-10 merupakan perulangan untuk melakukan perkalian nilai gaussian pada seluruh fitur. Selanjutnya pada baris ke-11 hasil perkalian anatar nilai gaussian dikalikan lagi dengan peluang *prior* sehingga didapatkan nilai peluang *posterior*.

5.2.3.7 Implementasi Kode Program Menarik Kesimpulan

Tabel 5.17 Kode program menarik kesimpulan

Baris	Kode Program
1	void kesimpulan() {
2	for (int i = 0; i < 2; i++) {
3	if (i == 0){
4	tertinggi = hasil[i];
5	index = i + 1;
6	} else if (tertinggi < hasil[i]){
7	tertinggi = hasil[i];
8	index = i + 1;
9	}
10	}
11	lcd.setCursor(4, 0);
12	lcd.print("Kondisi");

Baris	Kode Program
13	if (index == 1) {
14	lcd.setCursor(2, 1);
15	lcd.print("Toilet Baik");
16	}
17	else if (index == 2) {
18	lcd.setCursor(2, 1);
19	lcd.print("Toilet Buruk");
20	}
21	delay(1000);
22	lcd.clear();
23	}
24	
25	
26	void bayes (double x[4]) {
27	gaussian(x, baik);
28	gaussian(x, buruk);
29	ProbPosterior(pBaik, 0);
30	ProbPosterior(pBuruk, 1);
31	kesimpulan();
32	gauske = 0;
33	}

Tabel 5.17 diatas merupakan kode program untuk menampilkan hasil *output* dari sistem ini. Tahap terakhir dalam klasifikasi menggunakan metode *Naive Bayes* adalah menarik kesimpulan. Untuk bisa mendapatkan hasil yang memiliki akurasi tinggi maka kesimpulan didapatkan dengan membandingkan antar nilai peluang *posterior* mana yang memiliki nilai tertinggi seperti pada Tabel 5.17 diatas. Pada baris ke-2 sampai dengan baris ke-10 dilakukan perbandingan untuk setiap nilai peluang *posterior* kemudian nilai yang memiliki nilai paling tinggi menandakan data yang diuji termasuk dalam klasifikasi kondisi toilet *posterior* tersebut. Selanjutnya pada baris ke-11 sampai dengan baris ke-21 menampilkan klasifikasi kondisi toilet sesuai dengan hasil perbandingan.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dipaparkan proses pengujian, hasil pengujian, serta analisis hasil dari pengujian yang dilakukan berdasarkan sistem yang dibuat. Tujuan dari dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan dengan semestinya dan sesuai dengan perancangan. Proses pengujian berupa pengujian fungsional, pengujian akurasi serta pengujian kecepatan pemrosesan sistem. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian fungsional yakni pengujian terhadap perangkat keras dalam hal ini adalah sensor MQ135 dan sensor DHT11 apakah dapat bekerja dengan baik, pengujian akurasi sistem yakni menguji seberapa akurat sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan dibandingkan dengan nilai atau hasil yang sebenarnya, dan pengujian kecepatan sistem yakni menguji waktu pemrosesan ketika sistem mulai dijalankan hingga menghasilkan output klasifikasi terhadap kondisi toilet. Berikut dijelaskan beberapa skenario pengujian yang dilakukan untuk menguji sistem.

6.1 Pengujian Akurasi Sensor MQ135 Amonia

Sensor gas MQ135 merupakan salah satu dari komponen yang sangat penting dari sistem, yang mana sensor memiliki fungsi dalam melakukan pembacaan terhadap kadar gas amonia pada toilet yang diuji. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai gas amonia pada toilet serta nilai tegangan keluaran dari sensor saat melakukan pendeteksian terhadap gas tersebut.

6.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukannya pengujian untuk mengetahui fungsionalitas dari sensor MQ135 terhadap pembacaan gas amonia apakah dapat berjalan dengan semestinya pada saat digunakan serta sesuai dengan karakteristik dari sensor MQ135 berdasarkan *datasheet*.

6.1.2 Prosedur Pengujian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian terhadap sensor gas MQ135:

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop.
2. Meng-*upload* kode program dari sensor MQ135.
3. Melepaskan kabel *downloader* Arduino dengan laptop.
4. Menghubungkan Arduino dengan catu daya.
5. Mengukur nilai dari sensor MQ135 untuk pembacaan gas amonia, karbonmonoksida, dan karbondioksida serta tegangan keluaran sensor dari data uji.

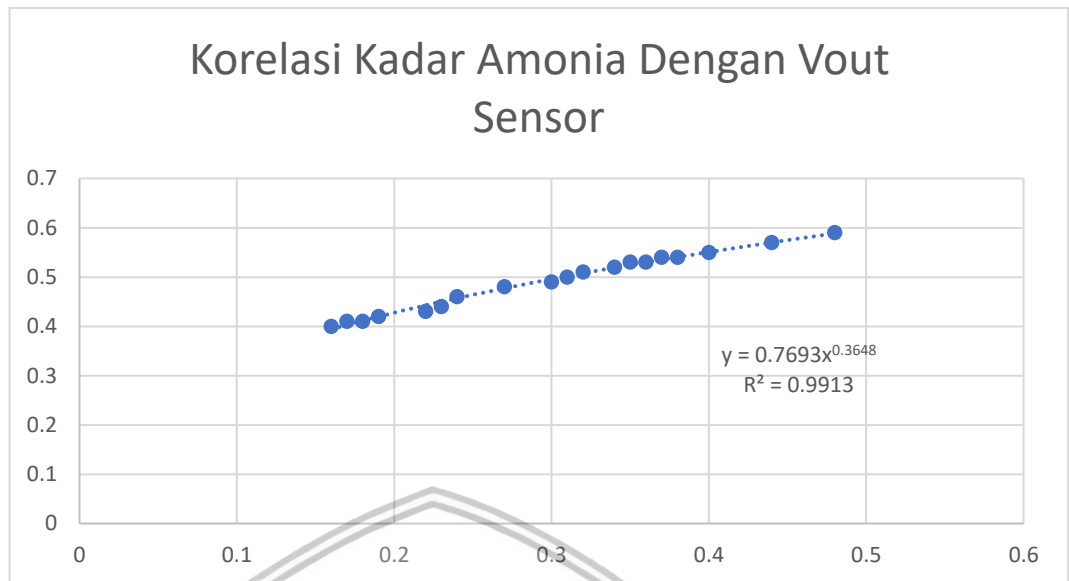
Mengamati hasil pembacaan nilai dari sensor MQ135 dan nilai tegangan keluaran dan menganalisis hasilnya sesuai dengan karakteristik dari sensor MQ135 berdasarkan *datasheet*.

6.1.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.1 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor MQ135 Terhadap Gas Amonia

No	Nama Pengujian	PPM	Vout(V)
1	Pengujian ke-1	0.16	0.40
2	Pengujian ke-2	0.17	0.41
3	Pengujian ke-3	0.18	0.41
4	Pengujian ke-4	0.19	0.42
5	Pengujian ke-5	0.22	0.43
6	Pengujian ke-6	0.23	0.44
7	Pengujian ke-7	0.24	0.46
8	Pengujian ke-8	0.27	0.48
9	Pengujian ke-9	0.30	0.49
10	Pengujian ke-10	0.31	0.50
11	Pengujian ke-11	0.32	0.51
12	Pengujian ke-12	0.34	0.52
13	Pengujian ke-13	0.35	0.53
14	Pengujian ke-14	0.36	0.53
15	Pengujian ke-15	0.37	0.54
16	Pengujian ke-16	0.38	0.54
17	Pengujian ke-17	0.40	0.55
18	Pengujian ke-18	0.44	0.57
19	Pengujian ke-19	0.48	0.59

Pada Tabel 6.1 menunjukan nilai pembacaan sensor MQ135 terhadap gas amonia berupa nilai PPM dan *voltage* keluaran sensor pada mikrokontroler sebanyak 19 kali pengujian terlihat bahwa semakin tinggi nilai PPM semakin tinggi pula nilai tegangan keluaran sensor. Berdasarkan *datasheet* sensor MQ135 dimana sensor MQ135 merupakan sensor resistif, dimana semakin tinggi nilai resistansi sensor maka nilai PPM semakin rendah, dengan begitu sesuai dengan rumus tegangan yaitu $V = I \times R$ dan sesuai dengan *datasheet* yang tertera. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil pengujian sensor MQ135 sesuai dengan karakteristik sensor pada *datasheet*.



Gambar 6.1 Analisis Korelasi Kadar Amonia Dengan Vout

6.1.4 Analisis Hasil Pengujian

Pada gambar 6.1 di atas menunjukkan grafik hubungan antara nilai pembacaan PPM gas amonia dengan tegangan keluaran sensor pada toilet yang diuji. Terlihat pada gambar tersebut nilai $y = 0.7693x^{0.3648}$ merupakan model regresi power antara kedua variabel tersebut, sedangkan nilai $R^2 = 0.9913$ disebut sebagai koefisien determinasi yang berarti variabel PPM amonia oleh variabel Vout sebesar 99.13%. Adapun 0.97% sisanya untuk konsentrasi amonia dipengaruhi variabel lain.

6.2 Pengujian Akurasi Sensor MQ135 Karbonmonoksida

Sensor gas MQ135 merupakan salah satu dari komponen yang sangat penting dari sistem, yang mana sensor memiliki fungsi dalam melakukan pembacaan terhadap kadar gas karbonmonoksida pada toilet yang diuji. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai gas karbonmonoksida pada toilet serta nilai tegangan keluaran dari sensor saat melakukan pendeteksian terhadap gas tersebut.

6.2.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukannya pengujian untuk mengetahui fungsionalitas dari sensor MQ135 terhadap pembacaan gas amonia apakah dapat berjalan dengan semestinya pada saat digunakan serta sesuai dengan karakteristik dari sensor MQ135 berdasarkan *datasheet*.

6.2.2 Prosedur Pengujian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian terhadap sensor gas MQ135:

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop.
2. Meng-*upload* kode program dari sensor MQ135.
3. Melepaskan kabel *downloader* Arduino dengan laptop.
4. Menghubungkan Arduino dengan catu daya.
5. Mengukur nilai dari sensor MQ135 untuk pembacaan gas amonia, karbonmonoksida, dan karbondioksida serta tegangan keluaran sensor dari data uji.

Mengamati hasil pembacaan nilai dari sensor MQ135 dan nilai tegangan keluaran dan menganalisis hasilnya sesuai dengan karakteristik dari sensor MQ135 berdasarkan *datasheet*.

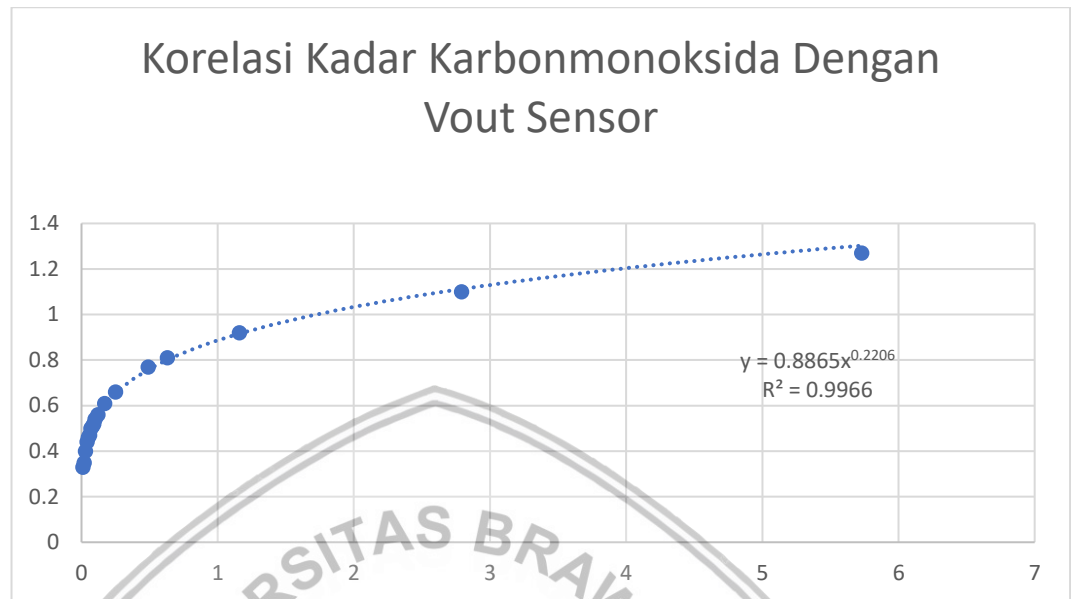
6.2.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.2 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor MQ135 Terhadap Gas Karbonmonoksida

No	Nama Pengujian	PPM	Vout(V)
1	Pengujian ke-1	0.01	0.33
2	Pengujian ke-2	0.02	0.35
3	Pengujian ke-3	0.03	0.40
4	Pengujian ke-4	0.04	0.44
5	Pengujian ke-5	0.05	0.46
6	Pengujian ke-6	0.06	0.47
7	Pengujian ke-7	0.07	0.50
8	Pengujian ke-8	0.08	0.51
9	Pengujian ke-9	0.09	0.52
10	Pengujian ke-10	0.10	0.54
11	Pengujian ke-11	0.12	0.56
12	Pengujian ke-12	0.17	0.61
13	Pengujian ke-13	0.25	0.66
14	Pengujian ke-14	0.49	0.77
15	Pengujian ke-15	0.63	0.81
16	Pengujian ke-16	1.16	0.92
17	Pengujian ke-17	2.79	1.10
18	Pengujian ke-18	5.73	1.27

Pada Tabel 6.2 menunjukan nilai pembacaan sensor MQ135 terhadap gas karbonmonoksida berupa nilai PPM dan *voltage* keluaran sensor pada mikrokontroler sebanyak 18 kali pengujian terlihat bahwa semakin tinggi nilai PPM semakin tinggi pula nilai tegangan keluaran sensor. Berdasarkan *datasheet* sensor MQ135 dimana sensor MQ135 merupakan sensor resistif, dimana semakin tinggi nilai resistansi sensor maka nilai PPM semakin rendah, dengan begitu sesuai dengan rumus tegangan yaitu $V = I \times R$ dan sesuai dengan *datasheet* yang tertera.

Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil pengujian sensor MQ135 sesuai dengan karakteristik sensor pada *datasheet*.



Gambar 6.2 Analisis Korelasi Kadar Karmonoksida Dengan Vout

6.2.4 Analisis Hasil Pengujian

Pada gambar 6.2 di atas menunjukkan grafik hubungan antara nilai pembacaan PPM gas karbonmonoksida dengan tegangan keluaran sensor pada toilet yang diuji. Terlihat pada gambar tersebut nilai $y = 0.8865x^{0.2206}$ merupakan model regresi power antara kedua variabel tersebut, sedangkan nilai $R^2 = 0.9966$ disebut sebagai koefisien determinasi yang berarti variabel PPM karbonmonoksida oleh variabel Vout sebesar 99.66%. Adapun 0.34% sisanya untuk konsentrasi karbonmonoksida dipengaruhi variabel lain.

6.3 Pengujian Akurasi Sensor MQ135 Karbondioksida

Sensor gas MQ135 merupakan salah satu dari komponen yang sangat penting dari sistem, yang mana sensor memiliki fungsi dalam melakukan pembacaan terhadap kadar gas karbondioksida pada toilet yang diuji. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai gas karbondioksida pada toilet serta nilai tegangan keluaran dari sensor saat melakukan pendeteksian terhadap gas tersebut.

6.3.1 Tujuan Pengujian

Sensor gas MQ135 merupakan salah satu dari komponen yang sangat penting dari sistem, yang mana sensor memiliki fungsi dalam melakukan pembacaan terhadap kadar gas karbondioksida pada toilet yang diuji. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai gas karbondioksida pada toilet

serta nilai tegangan keluaran dari sensor saat melakukan pendeteksian terhadap gas tersebut.

6.3.2 Prosedur Pengujian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian terhadap sensor gas MQ135:

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop.
2. Meng-*upload* kode program dari sensor MQ135.
3. Melepaskan kabel *downloader* Arduino dengan laptop.
4. Menghubungkan Arduino dengan catu daya.
5. Mengukur nilai dari sensor MQ135 untuk pembacaan gas amonia, karbonmonoksida, dan karbondioksida serta tegangan keluaran sensor dari data uji.

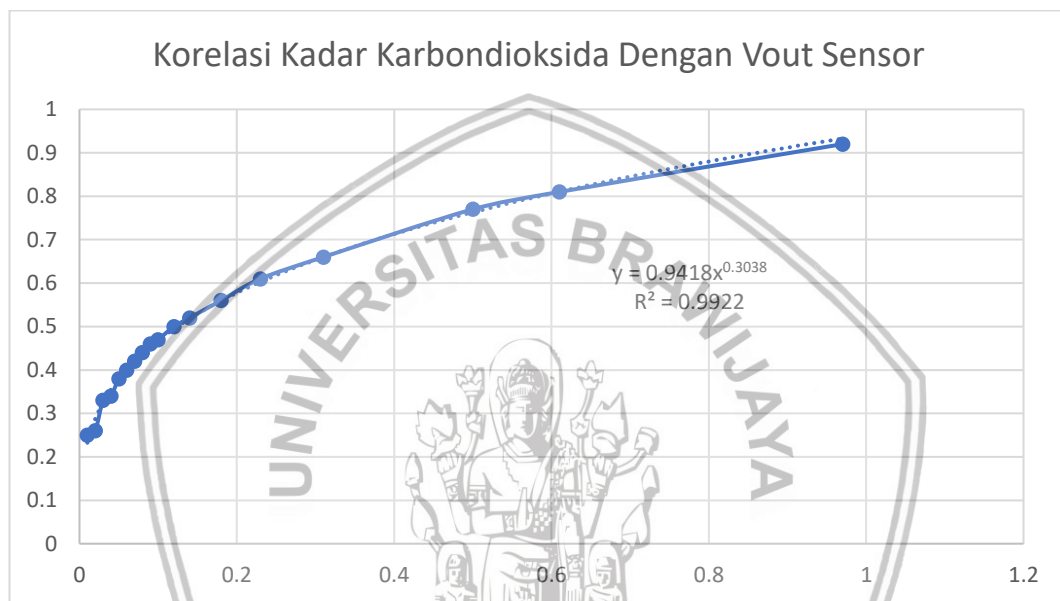
Mengamati hasil pembacaan nilai dari sensor MQ135 dan nilai tegangan keluaran dan menganalisis hasilnya sesuai dengan karakteristik dari sensor MQ135 berdasarkan *datasheet*.

6.3.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.3 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor MQ135 Terhadap Gas Karbondioksida

No	Nama Pengujian	PPM	Vout(V)
1	Pengujian ke-1	0.01	0.25
2	Pengujian ke-2	0.02	0.26
3	Pengujian ke-3	0.03	0.33
4	Pengujian ke-4	0.04	0.34
5	Pengujian ke-5	0.05	0.38
6	Pengujian ke-6	0.06	0.4
7	Pengujian ke-7	0.07	0.42
8	Pengujian ke-8	0.08	0.44
9	Pengujian ke-9	0.09	0.46
10	Pengujian ke-10	0.10	0.47
11	Pengujian ke-11	0.12	0.5
12	Pengujian ke-12	0.14	0.52
13	Pengujian ke-13	0.18	0.56
14	Pengujian ke-14	0.23	0.61
15	Pengujian ke-15	0.31	0.66
16	Pengujian ke-16	0.5	0.77
17	Pengujian ke-17	0.61	0.81
18	Pengujian ke-18	0.97	0.92

Pada Tabel 6.3 menunjukkan nilai pembacaan sensor MQ135 terhadap gas karbonmonoksida berupa nilai PPM dan *voltage* keluaran sensor pada mikrokontroler sebanyak 18 kali pengujian terlihat bahwa semakin tinggi nilai PPM semakin tinggi pula nilai tegangan keluaran sensor. Berdasarkan *datasheet* sensor MQ135 dimana sensor MQ135 merupakan sensor resistif, dimana semakin tinggi nilai resistansi sensor maka nilai PPM semakin rendah, dengan begitu sesuai dengan rumus tegangan yaitu $V = I \times R$ dan sesuai dengan *datasheet* yang tertera. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil pengujian sensor MQ135 sesuai dengan karakteristik sensor pada *datasheet*.



Gambar 6.3 Analisis Korelasi Kadar Karmonoksida Dengan Vout

6.3.4 Analisis Hasil Pengujian

Pada gambar 6.3 di atas menunjukkan grafik hubungan antara nilai pembacaan PPM gas karbonmonoksida dengan tegangan keluaran sensor pada toilet yang diuji. Terlihat pada gambar tersebut nilai $y = 0.9418x^{0.3038}$ merupakan model regresi power antara kedua variabel tersebut, sedangkan nilai $R^2 = 0.9922$ disebut sebagai koefisien determinasi yang berarti variabel PPM karbonmonoksida oleh variabel Vout sebesar 99.22%. Adapun 0.78% sisanya untuk konsentrasi karbonmonoksida dipengaruhi variabel lain.

6.4 Pengujian Akurasi Sensor DHT1

Sensor DHT11 merupakan salah satu dari komponen yang sangat penting dari sistem, yang mana sensor memiliki fungsi dalam melakukan pembacaan terhadap suhu ruangan pada toilet yang diuji. Pada pengujian ini dilakukan dengan mengukur nilai suhu ruangan pada toilet serta melakukan perbandingan dengan alat pengukur suhu yang sudah ada yang merupakan alat pabrikan tersebut.

6.4.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukannya pengujian untuk mengetahui fungsionalitas dari sensor DHT11 terhadap pembacaan suhu apakah dapat berjalan dengan semestinya pada saat digunakan serta sesuai dengan suhu ruangan yang menjadi keluaran *thermometer*.

6.4.2 Prosedur Pengujian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian terhadap sensor gas MQ135:

6. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop.
7. Meng-*upload* kode program dari sensor MQ135.
8. Melepaskan kabel *downloader* Arduino dengan laptop.
9. Menghubungkan Arduino dengan catu daya.
10. Mengukur nilai dari sensor DHT11 untuk pembacaan suhu.
11. Mengamati hasil pembacaan nilai dari sensor DHT11 serta melakukan perbandingan hasil pengukuran sensor dengan *thermometer* ruangan.

6.4.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.4 Hasil Pengujian Sensor DHT11

No	DHT11 (C)	Thermometer (C)	Error(%)
1	27	27	0
2	27	26.8	0.74
3	27	27	0
4	26	26.2	0.76
5	26	26	0
6	28	27.8	0.71
7	28	28	0
8	28	27.9	0.35
9	28	28	0
10	29	29	0
11	29	29	0
12	27	26.7	1.11
13	28	27.9	0.1
14	30	29.6	1.3
15	27	26.7	1.11
16	27	27	0
17	27	26.8	2.96
18	28	28	0
Selisih Pengukuran			0.502

6.4.4 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pembacaan sensor DHT11 sebanyak 18 kali serta pembacaan *thermometer ruang*, maka dapat dilihat bahwa sensor DHT11 dapat bekerja dengan baik dimana sensor memiliki rata-rata error sebesar 0.508% setelah 18 kali pengujian. Berikut adalah rumus untuk menghitung rata-rata error sensor DHT11 :

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata} &= \frac{\text{Rata-rata error sensor DHT11 (\%)}}{\text{Banyak pengujian}} \\ &= \frac{9.04}{18} \\ &= 0.502\%\end{aligned}$$

6.5 Pengujian Tampilan Pada LCD I2C 16x2

Untuk menampilkan sensing dari sensor MQ135 pada sistem menggunakan LCD 16x2. LCD 16x2 merupakan komponen yang berfungsi untuk menampilkan karakter pada layar yang memiliki ukuran 16 kolom dan 2 baris. Karakter yang ditampilkan sebelumnya telah diatur terlebih dahulu pada mikrokontroler, yaitu pembacaan untuk nilai gas dan suhu dari sensor MQ135, DHT11, serta peringatan untuk melakukan penekanan pada push button. Oleh karena itu pengujian ini dilakukan dengan melihat kesesuaian anatara tampilan dengan rancangan sistem.

6.5.1 Tujuan Pengujian

Pengujian tampilan LCD 16x2 ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil pembacaan nilai sensor MQ135, DHT11 dan hasil klasifikasi ditampilkan pada LCD 16x2 sesuai dengan kode program yang telah dirancang dan diimplementasikan pada sistem.




6.5.2 Prosedur Pengujian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam melakukan pengujian terhadap sensor gas MQ135:

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop.
2. Meng-*upload* kode program dari sensor sistem.
3. Melepaskan kabel *downloader* Arduino dengan laptop.
4. Menghubungkan Arduino dengan catu daya.
5. Mengamati tampilan pada LCD 16x2 dengan memberikan kondisi yang berbeda-beda saat melakukan pengujian untuk dapat mengetahui LCD bekerja sesuai dengan sistem.

6.5.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.5 Hasil Pengujian Tampilan LCD 16x2

No	Kondisi	Gambar	Keterangan
1	Monitoring		<p>Proses pembacaan kadar amonia dan karbondioksida dengan nilai $NH_3=0.20$, dan $CO_2=0.05$.</p> <p>Proses pembacaan kadar Karbonmonoksida dan suhu dengan nilai $CO=0.02$, dan $Suhu=23.00$.</p>
2	Intruksi untuk melakukan penekanan pada button		Pada sistem diberikan sebuah intruksi untuk melakukan penekan pada button sebelum melakukan proses klasifikasi
3	Proses Klasifikasi		Pendeteksian kondisi toilet baik

6.5.4 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 6.4 tampilan pada LCD 16x2 bekerja sesuai dengan kerja sistem. Dimana LCD menampilkan nilai sensor untuk amonia, karbonmonoksida, karbondioksida, serta suhu yang merupakan nilai dari

sensor MQ135 dan DHT11 ketika tidak adanya penekanan button. Selanjutnya untuk melakukan klasifikasi sistem memberikan intruksi untuk user apabila ingin melakukan klasifikasi maka harus melakukan penekan pada push button. Klasifikasi berjalan ketika user melakukan penekanan pada push button.

6.6 Pengujian Akurasi Hasil Klasifikasi *Naive Bayes*

Sistem Pendeteksi Kualitas Toilet Berdasarkan Gas Dan Suhu Pada Ruangan Berbasis Sensor MQ135 Dan DHT11 Menggunakan Metode *Naive Bayes* ini memiliki tujuan utama untuk dapat mengklasifikasikan kualitas toilet melalui pengamatan bau yang mana mengandung gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida serta suhu pada toilet. Oleh karena itu perlu diketahui tingkat keakuratan sistem dalam melakukan klasifikasi.

6.6.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk menentukan nilai akurasi penggunaan metode *Naive Bayes* pada sistem pendeteksi kualitas toilet yang telah dibuat.

6.6.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian akurasi *Naive Bayes* terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Mengambil data NH₃, CO₂, CO dan suhu yang digunakan sebagai fitur untuk diolah menjadi input dalam menentukan klasifikasi pada kualitas toilet.
2. Total untuk jumlah data set adalah 80 data dan data latih yang diambil 2 kali lebih banyak yaitu sebanyak 55 data, sedangkan data uji yang digunakan adalah sebanyak 25 data.
3. Menentukan akurasi sistem yaitu dengan membandingkan hasil klasifikasi kandungan amonia, co₂, co, serta suhu pada toilet dalam keadaan baik dengan toilet dalam keadaan buruk yang tanpa perawatan
4. Hasil klasifikasi oleh sistem dibandingkan dengan hasil klasifikasi sistem yang telah dibuat dan didapatkan tingkat akurasi pengklasifikasian kualitas toilet.

6.6.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.6 Data Uji dan Hasil Pengujian *Naive Bayes*

No	NH ₃	CO ₂	CO	Suhu	Kelas	Hasil Sistem	Kesesuaian
1	0.30	0.21	0.41	27	Baik	Baik	Sesuai
2	0.27	0.17	0.30	27	Baik	Baik	Sesuai
3	0.29	0.19	0.38	27	Baik	Baik	Sesuai
4	0.27	0.19	0.36	26	Baik	Baik	Sesuai
5	0.27	0.19	0.28	27	Baik	Baik	Sesuai

No	NH3	CO2	CO	Suhu	Kelas	Hasil Sistem	Kesesuaian
6	0.28	0.19	0.36	27	Baik	Baik	Sesuai
7	0.26	0.19	0.38	27	Baik	Baik	Sesuai
8	0.30	0.14	0.27	28	Baik	Baik	Sesuai
9	0.27	0.15	0.30	27	Baik	Baik	Sesuai
10	0.31	0.16	0.32	26	Baik	Baik	Sesuai
11	0.31	0.22	0.43	28	Baik	Baik	Sesuai
12	0.30	0.21	0.41	28	Baik	Baik	Sesuai
13	0.29	0.23	0.45	28	Baik	Baik	Sesuai
14	0.28	0.22	0.43	27	Baik	Baik	Sesuai
15	0.30	0.22	0.43	28	Baik	Baik	Sesuai
16	1.45	0.27	0.50	28	Buruk	Buruk	Sesuai
17	0.81	0.15	0.27	28	Buruk	Baik	Tidak Sesuai
18	1.9	0.3	0.44	27	Buruk	Buruk	Sesuai
19	1.77	0.29	0.47	27	Buruk	Buruk	Sesuai
20	2.41	0.3	0.46	27	Buruk	Buruk	Sesuai
21	1.22	0.29	0.45	29	Buruk	Buruk	Sesuai
22	1.65	0.27	0.44	28	Buruk	Buruk	Sesuai
23	1.33	0.28	0.35	29	Buruk	Buruk	Sesuai
24	1.27	0.25	0.43	27	Buruk	Buruk	Sesuai
25	1.5	0.26	0.49	28	Buruk	Buruk	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 6.6 terlihat bahwa dari jumlah total 25 data uji terdapat 1 dari hasil sistem yang tidak sesuai dengan kelas sebenarnya. Sehingga akurasi yang diperoleh Sistem Pendeteksi Kualitas Toilet dengan metode *Naive Bayes* yaitu :

Akurasi = $\frac{\text{seluruh data} - \text{data tidak sesuai}}{\text{seluruh data}} \times 100\%$

= $\frac{25-1}{25} \times 100\%$

25

= 96%

6.6.4 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian terhadap akurasi metode *Naive Bayes* memiliki akurasi yang tinggi dimana dari 25 kali pengujian terhadap kualitas kondisi toilet hanya memiliki satu kesalahan terhadap klasifikasi. Dengan mendapatkan nilai akurasi yaitu sebesar 96%.

6.7 Pengujian Waktu Komputasi Sistem

Waktu pemrosesan sistem merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sistem dalam melakukan satu kali siklus klasifikasi kualitas terhadap kondisi toilet.

6.7.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh sistem dalam melakukan proses klasifikasi menggunakan metode *Naive Bayes*. Hal ini diperlukan untuk mengetahui waktu komputasi dari sistem yang telah dibuat.

6.7.2 Prosedur Pengujian

Untuk melakukan pengujian terhadap waktu komputasi pemrosesan sistem dilakukan dengan cara mengukur komputasi ketika program selesai dalam satu siklus sebanyak 25 kali pengujian. Nilai akhir dari komputasi sistem adalah nilai komputasi pada akhir waktu dikurangi komputasi pada awal waktu. Prosedur pengujian menerapkan fungsi `millis()` pada sistem, yang mana merupakan fungsi untuk menghitung waktu dalam *millisecond*.

Tabel 6.7 Implementasi Kode Program Menghitung Waktu

Baris	Kode Program
1	Unsigned long time1, time2, waktu;
2	
3	Void loop()
4	{
5	Serial.print("Start : ");
6	time1 = millis();
7	Serial.print (time1);
8
9	
10	//proses klasifikasi dengan <i>Naive Bayes</i>
11	
12
13	Serial.print("Finish : ");
14	Time2 = millis();
15	Serial.print (time2);
16	waktu = time2 - time1;
17	Serial.print("waktu komputasi : ");
18	Serial.print(waktu);
19	Serial.print("ms");
20	}

6.7.3 Hasil Pengujian

Tabel 6.8 Rata-rata Waktu Komputas

No	Pengujian	Waktu Komputasi
1	Pengujian ke-1	4605
2	Pengujian ke-2	4595

3	Pengujian ke-3	4594
4	Pengujian ke-4	4594
5	Pengujian ke-5	4596
6	Pengujian ke-6	4597
7	Pengujian ke-7	4596
8	Pengujian ke-8	4596
9	Pengujian ke-9	4595
10	Pengujian ke-10	4594
11	Pengujian ke-11	4596
12	Pengujian ke-12	4596
13	Pengujian ke-13	4597
14	Pengujian ke-14	4596
15	Pengujian ke-15	4595
16	Pengujian ke-16	4596
17	Pengujian ke-17	4595
18	Pengujian ke-18	4596
19	Pengujian ke-19	4597
20	Pengujian ke-20	4596
21	Pengujian ke-21	4596
22	Pengujian ke-22	4596
23	Pengujian ke-23	4595
24	Pengujian ke-24	4595
25	Pengujian ke-25	4595
Total		4595.96

6.6.4 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 25 kali, waktu komputasi sistem untuk melakukan pengambilan keputusan jenis kualitas kondisi toilet dengan rata-rata waktu sebesar 4595.96 ms atau sekitar 4.59 detik.

BAB 7 PENUTUP

Pada bab ini membahas kesimpulan berdasarkan tahap-tahap yang telah dilakukan pada penelitian yang dikerjakan sebelumnya. Selain pembahasan kesimpulan disampaikan pula mengenai saran-saran untuk pengembangan yang nantinya diharapkan dapat berguna serta menunjang untuk penelitian selanjutnya sebagai bahan rujukan.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diajukan pada awal penelitian serta berdasarkan hasil analisis dari pengujian yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor gas MQ135 yang diletakan pada kotak hitam yang berfungsi untuk membaca kadar amonia, karbonmonoksida, serta karbondioksida yang berada pada toilet dapat bekerja dengan baik karena fungsionalitas sensor yang diterapkan sesuai dengan karakteristik MQ135 pada datasheet, dimana nilai pembacaan senor sendiri berbanding lurus dengan dengan tegangan keluaran yang dihasilkan. Jika semakin tinggi nilai ppm suatu gas maka semakin tinggi pula nilai tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Untuk korelasi antara nilai ppm dan tegangan sensor sendiri memiliki nilai korelasi yang tinggi yaitu mencapai 99.13 % untuk gas amonia, 99.66% untuk gas karbonmonoksida, dan 99.22% untuk gas karbondioksida. Sedangkan untuk DHT11 dapat membaca nilai suhu udara pada toilet dengan baik, hal ini terbukti ketika dilakukan pengujia terhadap sensor DHT11 dengan pengukur suhu pabrikan didapatkan rata-rata error sebesar 0.502%. Pada penelitian membuat sebuah sistem pendeteksi kondisi toilet berdasarkan gas amonia, karbonmonoksida, karbondioksida serta suhu menggunakan metode *Naive Bayes*. Yang mana untuk setiap komponen sensor MQ135 dan DHT11 yang berfungsi dalam melakukan pengambilan data serta metode *Naive Bayes* yang diterapkan pada sistem dapat bekerja dengan baik serta sesuai dengan apa yng diinginkan. Hal ini dibuktikan bahwa sistem dapat mengklasifikasi kondisi toilet yang baik dan buruk dengan tepat.
2. Akurasi yang diperoleh Sistem Pendeteksi Kualitas Toilet Berdasarkan Gas Dan Suhu Berbasis Sensor MQ135 Dan DHT11 Menggunakan Metode *Naive Bayes*. Yang diuji dengan jumlah data latih sebanyak 55 data dan data uji sebanyak 25 data adalah senilai 96%.
3. Performasi Sistem Pendeteksi Kualitas Toilet Berdasarkan Gas Dan Suhu Berbasis Sensor MQ135 Dan DHT11 Menggunakan Metode *Naive Bayes* mempunyai nilai kecepatan waktu pemrosesan rata-rata sebesar 4.595 detik dari 25 kali pengujian.

7.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan memiliki beberapa saran yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan serta bahan pertimbangan untuk pengembangan atau penelitian yang serupa kedepannya. Adapun beberapa saran tersebut sebagai berikut:

1. Menggunakan metode atau algoritma klasifikasi lain untuk mengetahui perbandingan tingkat akurasi terhadap penerapan metode yang berbeda.
2. Menerapkan sistem wireless sensor untuk dapat menjangkau seluruh lingkup toilet yang lebih banyak pada suatu bangunan.
3. Menggunakan sistem dengan tampilan *user interface* pada *mobile apps* yang dapat memudahkan mobilitas serta pemantauan kondisi toilet.
4. Memaparkan desain alat sehingga dapat lebih efisien dalam penempatan pada toilet.



DAFTAR PUSTAKA

- Amani, R. Z. (2017). Sistem Pendeteksi Dehidrasi Berdasarkan Warna Dan Kadar Amonia Pada Urin Berbasis Sensor TCS3200 Dan MQ135 Dengan Metode Naive Bayes.
- amazon. (2016). *www.amazon.com*. Retrieved from <https://www.amazon.com/Waveshare-MQ-135-Gas-Sensor-Detection/dp/B00NL3KOM2>
- Arduino. (2017). *store.arduino.cc*. Retrieved from <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
- Astuti, E. H. (2016). *Sistem Pendukung Keputusan Deteksi Dini Penyakit Stroke menggunakan Metode Naive Bayes*.
- Baber, D. (2010). *Bayesian Reasoning and Machine Learning*. London: Cambridge University London.
- components101. (2018). */components101.com*. Retrieved from <https://components101.com/sensors/mq135-gas-sensor-for-air-quality>
- Cui, S. (n.d.). Using Naive Bayes Classifier to predict osteonecrosis of the femoral head with cannulated screw fixation.
- D, B. (2010). *Bayesian Reasoning and Machine Learning* (Cambride University ed.).
- Etika, N. M. (2017, 10 17). *Semua yang Perlu Anda Ketahui Seputar Metabolisme Tubuh (Beda, Loh, Dengan Sistem Imun!)*. Retrieved from hellosehat: <https://hellosehat.com/hidup-sehat/fakta-unik/metabolisme-adalah-proses-cerna/>
- Fathoni, A. (2015). *www.zonasiswa.com*. Retrieved from <https://www.zonasiswa.com/2015/04/sistem-ekskresi-manusia-alat-dan.html>
- Geotimes. (2015, juli 14). *Fasilitas Toilet Umum Di Indonesia Masih Memprihatinkan*. Retrieved from geotimes: <https://geotimes.co.id/arsip/fasilitas-toilet-umum-di-indonesia-masih-memprihatinkan-2/>
- Heriawan, R. (2013). Alat Pengontrol Emisi Gas Amonia (NH₃) di Peternakan Ayam Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535 Menggunakan Sensor Gas MQ-137.
- imunisasi, a. (2017). *nfoimunisasi.com*. Retrieved from <http://infoimunisasi.com/penyakit/kenali-diare-yang-disebabkan-oleh-rotavirus/>
- Kurnia, Y. A. (2016). Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan menggunakan Arduino Pro.
- parenting. (2017). *www.parenting.co.id*. Retrieved from <http://www.parenting.co.id/usia-sekolah/penyakit+dari+toilet+kotor>

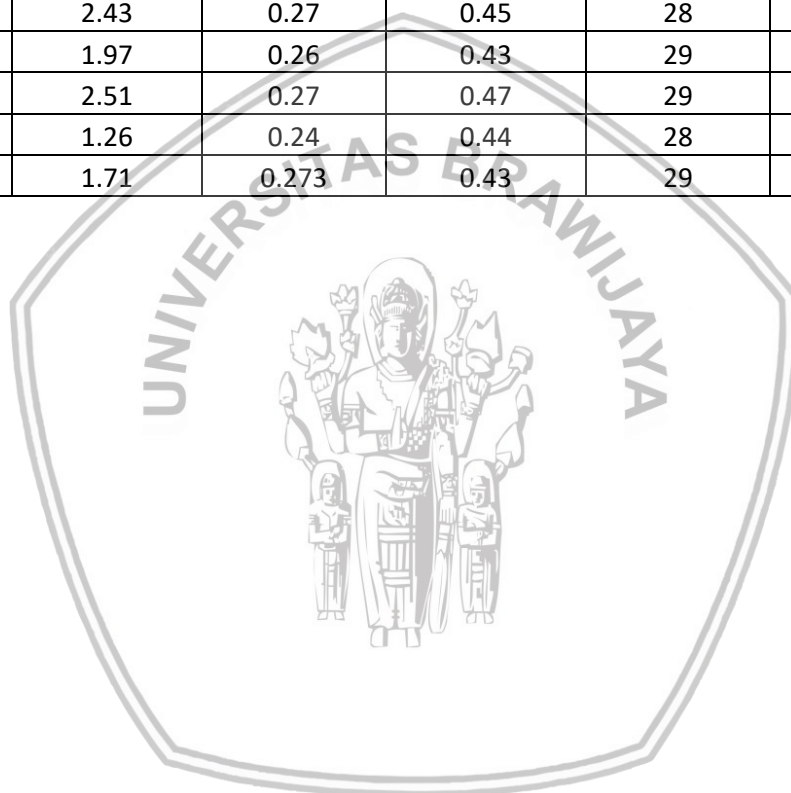
- Rodiyansyah, S. F. (2016). Naive Bayes Classification Untuk Menentukan Kelayakan Donor Darah.
- Ronaully, A. A. (2016). Keluhan dan Harapan Masyarakat terhadap Karakteristik Toilet Umum Di Indonesia.
- Septiari, D. (2016). Implementasi Metode Naive Bayes Classification Dalam Klasifikasi Kelayakan Calon Pendonor Darah.
- Sunaryo, A. (2013). *www.merdeka.com*. Retrieved from <https://www.merdeka.com/peristiwa/mayoritas-toilet-umum-di-indonesia-tak-bersih-dan-sehat.html>



LAMPIRAN A DATA LATIH

No	NH3	CO2	CO	Suhu	Kondisi
1	0.27	0.15	0.29	26	Baik
2	0.29	0.15	0.29	26	Baik
3	0.29	0.13	0.26	26	Baik
4	0.27	0.15	0.29	27	Baik
5	0.32	0.16	0.32	27	Baik
6	0.27	0.14	0.27	26	Baik
7	0.27	0.15	0.3	27	Baik
8	0.25	0.12	0.24	26	Baik
9	0.27	0.12	0.24	27	Baik
10	0.28	0.14	0.27	27	Baik
11	0.23	0.13	0.23	26	Baik
12	0.3	0.14	0.27	26	Baik
13	0.31	0.16	0.32	27	Baik
14	0.32	0.15	0.3	27	Baik
15	0.3	0.15	0.3	26	Baik
16	0.49	0.15	0.3	28	Baik
17	0.48	0.15	0.3	27	Baik
18	0.48	0.17	0.33	28	Baik
19	0.46	0.15	0.3	27	Baik
20	0.46	0.16	0.32	27	Baik
21	0.45	0.15	0.3	27	Baik
22	0.46	0.15	0.32	27	Baik
23	0.46	0.15	0.29	26	Baik
24	0.46	0.15	0.3	26	Baik
25	0.46	0.15	0.27	26	Baik
26	0.42	0.15	0.29	26	Baik
27	0.46	0.15	0.3	27	Baik
28	0.31	0.15	0.27	26	Baik
29	0.31	0.16	0.32	26	Baik
30	0.3	0.14	0.27	27	Baik
31	0.29	0.15	0.3	27	Baik
32	0.29	0.15	0.3	27	Baik
33	0.3	0.14	0.27	26	Baik
34	0.3	0.17	0.33	27	Baik
35	0.32	0.16	0.32	26	Baik
36	0.81	0.23	0.45	28	Buruk
37	0.76	0.19	0.38	28	Buruk
38	0.92	0.23	0.43	28	Buruk
39	0.94	0.23	0.45	28	Buruk

40	0.94	0.23	0.43	28	Buruk
41	0.91	0.25	0.49	29	Buruk
42	0.96	0.24	0.47	29	Buruk
43	0.99	0.22	0.43	29	Buruk
44	1.05	0.23	0.35	28	Buruk
45	1.14	0.23	0.45	28	Buruk
46	1.3	0.23	0.45	29	Buruk
47	1.37	0.23	0.45	29	Buruk
48	1.5	0.25	0.49	29	Buruk
49	1.72	0.23	0.45	29	Buruk
50	1.93	0.27	0.52	29	Buruk
51	2.43	0.27	0.45	28	Buruk
52	1.97	0.26	0.43	29	Buruk
53	2.51	0.27	0.47	29	Buruk
54	1.26	0.24	0.44	28	Buruk
55	1.71	0.273	0.43	29	Buruk



LAMPIRAN B DATA UJI

No	NH3	CO2	CO	Suhu	Kelas	Hasil Sistem	Kesesuaian
1	0.30	0.21	0.41	27	Baik	Baik	Sesuai
2	0.27	0.17	0.30	27	Baik	Baik	Sesuai
3	0.29	0.19	0.38	27	Baik	Baik	Sesuai
4	0.27	0.19	0.36	26	Baik	Baik	Sesuai
5	0.27	0.19	0.28	27	Baik	Baik	Sesuai
6	0.28	0.19	0.36	27	Baik	Baik	Sesuai
7	0.26	0.19	0.38	27	Baik	Baik	Sesuai
8	0.30	0.14	0.27	28	Baik	Baik	Sesuai
9	0.27	0.15	0.30	27	Baik	Baik	Sesuai
10	0.31	0.16	0.32	26	Baik	Baik	Sesuai
11	0.31	0.22	0.43	28	Baik	Baik	Sesuai
12	0.30	0.21	0.41	28	Baik	Baik	Sesuai
13	0.29	0.23	0.45	28	Baik	Baik	Sesuai
14	0.28	0.22	0.43	27	Baik	Baik	Sesuai
15	0.30	0.22	0.43	28	Baik	Baik	Sesuai
16	1.45	0.27	0.50	28	Buruk	Buruk	Sesuai
17	0.81	0.15	0.27	28	Buruk	Baik	Tidak Sesuai
18	1.9	0.3	0.44	27	Buruk	Buruk	Sesuai
19	1.77	0.29	0.47	27	Buruk	Buruk	Sesuai
20	2.41	0.3	0.46	27	Buruk	Buruk	Sesuai
21	1.22	0.29	0.45	29	Buruk	Buruk	Sesuai
22	1.65	0.27	0.44	28	Buruk	Buruk	Sesuai
23	1.33	0.28	0.35	29	Buruk	Buruk	Sesuai
24	1.27	0.25	0.43	27	Buruk	Buruk	Sesuai
25	1.5	0.26	0.49	28	Buruk	Buruk	Sesuai

LAMPIRAN C KODE PROGRAM KESELURUHAN SISTEM PENDETEKSI KUALITAS KONDISI TOILET

C.1 Kode Program Untuk Menentukan Nilai Rs Dan Ro

Baris	Kode Program
1	
2	#define RL135 22 //The value of resistor RL is 47K
3	
4	void setup() {
5	Serial.begin(9600);
6	}
7	
8	void loop() {
9	float analog_value135;
10	float VRL135;
11	float Rs135;
12	float Ro135;
13	
14	for(int test_cycle = 1 ; test_cycle <= 500 ; test_cycle++)
15	//Read the analog output of the sensor for 200 times
16	{
17	analog_value135 = analog_value135 + analogRead(A0);
18	}
19	
20	analog_value135 = analog_value135/500.0; //Take average
21	VRL135 = analog_value135*(5.0/1023.0); //Convert analog
22	value to voltage
23	//RS = ((Vc/VRL)-1)*RL is the formulae we obtained from
24	datasheet
25	Rs135 = ((5.0/VRL135)-1) * RL135;
26	//RS/RO is 3.6 as we obtained from graph of datasheet
27	Ro135 = Rs135/3.687;
28	
29	
30	Serial.print("Ro135 at fresh air = ");
31	Serial.println(Ro135); //Display calculated Ro
32	
33	delay(1000); //delay of 1sec
34	}

C.2 Kode Program Pembacaan Sensor

Baris	Kode Program
1	void read_sensor(float arraybaca[4]){
2	
3	//PPM for Amonia and Carbonmonoksida from MQ Sensor
4	float VRL135;
5	float Rs135;
6	float ratio135;
7	
8	VRL135 = analogRead(MQ135_pin)*(5.0/1023.0);
9	Rs135 = ((5.0*RL135)/VRL135)-RL135;
10	ratio135 = Rs135/Ro135;

Baris	Kode Program
11	
12	float VRL135_1;
13	float Rs135_1;
14	float ratio135_1;
15	
16	VRL135_1 = analogRead(MQ135_pin1)*(5.0/1023.0);
17	Rs135_1 = ((5.0*RL135_1)/VRL135_1)-RL135_1;
18	ratio135_1 = Rs135_1/Ro135_1;
19	
20	float ppmNH3 = pow(10, ((log10(ratio135)-bNH3)/mNH3));
21	float ppmCO2 = pow(10, ((log10(ratio135_1)-bCO2)/mCO2));
22	float ppmCO = pow(10, ((log10(ratio135_1)-bCO)/mCO));
23	float t = dht.readTemperature();
24	
25	Serial.print(" ppmNH3: ");
26	Serial.print(ppmNH3);
27	Serial.println(" ");
28	Serial.print(" ppmCO2: ");
29	Serial.print(ppmCO2);
30	Serial.println(" ");
31	Serial.print(" ppmCO : ");
32	Serial.print(ppmCO);
33	Serial.println(" ");
34	Serial.print(" Suhu : ");
35	Serial.print(t);
36	Serial.print(" ");
37	Serial.println("");
38	
39	Serial.print(" VRL135: ");
40	Serial.print(VRL135);
41	Serial.println(" ");
42	Serial.print(" VRL135_1: ");
43	Serial.print(VRL135_1);
44	Serial.println("");
45	
46	delay(100);
47	
48	
49	arraybaca[0] = ppmNH3;
50	arraybaca[1] = ppmCO2;
51	arraybaca[2] = ppmCO;
52	arraybaca[3] = t;
53	delay(1000);
54	
55	lcd.setCursor(0,0);
56	lcd.print("NH3 : ");
57	lcd.print(arraybaca[0]);
58	
59	lcd.setCursor(0,1);
60	lcd.print("CO2 : ");
61	lcd.print(arraybaca[1]);
62	delay(1000);
63	lcd.clear();
64	
65	lcd.setCursor(0,0);
66	lcd.print("CO : ");
67	lcd.print(arraybaca[2]);

Baris	Kode Program
68	
69	lcd.setCursor(0,1);
70	lcd.print("Suhu : ");
71	lcd.print(arraybaca[3]);
72	delay(1000);
73	lcd.clear();
74	
75	}

C.3 Kode Program Klasifikasi *Naive Bayes*

Baris	Kode Program
1	//sourcecode naive bayes classifier
2	float gaussian[2][4];
3	float hasil[2];
4	float tertinggi = -1.000;
5	int index = 0;
6	int gauske = 0;
7	
8	
9	float pBaik = 0.63636363; //pBaik = 35/55
10	float pBuruk = 0.36363636; // pBuruk = 20/55
11	
12	//Array dua dimensi [2][4] untuk menyimpan nilai mean dan
13	sd
14	float baik [2][4] = {{0.348571429,
15	0.148285714,0.291142857,26.6}, {0.085513771, 0.011242177,
16	0.025410909,0.603908836}};
17	float buruk [2][4] = {{1.356, 0.24015,0.4455,28.55},
18	{0.0565627737, 0.021380697,0.036472773,0.515547741}};
19	
20	void gaussian(double data_uji[4], float data_latih[2][4])
21	{
22	double d, e, f, g;
23	//mencari nilai gaussian setiap fitur
24	for (int i = 0; i < 4; i++) {
25	d = 2 * 3.14 * (pow(data_latih[1][i], 2));
26	e = -((pow((data_uji[i] - data_latih[0][i]), 2)) / (2 *
27	pow(data_latih[1][i], 2)));
28	f = pow(2.718282, e);
29	g = 1 / sqrt(d);
30	gaussian[gauske][i] = f * g;
31	Serial.print (" gaussian: ");
32	Serial.println(gaussian[gauske][i]);
33	}
34	gauske++;
35	}
36	
37	
38	void ProbPosterior(float prior, int i) {
39	for (int j = 0; j < 4; j++) {
40	if (j == 0) {
41	hasil[i] = (gaussian[i][j] * 1000); // dikali 1000 agar
42	angka di belakang koma tidak hilang
43	}

Baris	Kode Program
44	else
45	{
46	hasil[i] = hasil[i] * (gaussian[i][j] * 1000);
47	}
48	}
49	hasil[i] = hasil[i] * prior;
50	Serial.print (" Prob: ");
51	Serial.println(hasil[i]);
52	}
53	
54	
55	void kesimpulan() {
56	for (int i = 0; i < 2; i++) {
57	if (i == 0){
58	tertinggi = hasil[i];
59	index = i + 1;
60	} else if (tertinggi < hasil[i]){
61	tertinggi = hasil[i];
62	index = i + 1;
63	}
64	}
65	lcd.setCursor(4, 0);
66	lcd.print("Kondisi");
67	if (index == 1) {
68	lcd.setCursor(2, 1);
69	lcd.print("Toilet Baik");
70	}
71	else if (index == 2) {
72	lcd.setCursor(2, 1);
73	lcd.print("Toilet Buruk");
74	}
75	delay(1000);
76	lcd.clear();
77	}
78	
79	
80	void bayes (double x[4]) {
81	gaussian(x, baik);
82	gaussian(x, buruk);
83	ProbPosterior(pBaik, 0);
84	ProbPosterior(pBuruk, 1);
85	kesimpulan();
86	gauske = 0;
87	}

C.4 Kode Program Utama

Baris	Kode Program
1	
2	
3	#include <LCD.h>
4	#include <LiquidCrystal_I2C.h>
5	#include "DHT.h"
6	#include <TimerOne.h>
7	#include <math.h>

Baris	Kode Program
8	
9	unsigned long time1, time2, waktu;
10	
11	//pin LCD Display
12	LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F , 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3,
13	POSITIVE);
14	
15	//set pin untuk button dan lcd
16	#define button 13
17	
18	int buttonPoll = 0;
19	int lastbuttonState = 0;
20	
21	//inisialisasi array untuk pengambilan dan menyimpan data
22	sensor
23	float baca[4];
24	double masukan[4];
25	
26	// pin digital yang digunakan
27	#define DHTPIN 2
28	#define DHTTYPE DHT11
29	
30	
31	DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
32	
33	//define mq135
34	#define RL135 22
35	#define Ro135 20
36	
37	#define RL135_1 22
38	#define Ro135_1 20
39	
40	//define mq135 pin
41	#define MQ135_pin A1
42	#define MQ135_pin1 A0
43	
44	
45	//define NH3 factor
46	#define mNH3 -0.518
47	#define bNH3 0.989
48	
49	//define CO2 factor
50	#define mCO2 -0.518
51	#define bCO2 0.999
52	
53	//define CO factor
54	#define mCO -0.518
55	#define bCO 1.150
56	
57	void setup() {
58	// put your setup code here, to run once:
59	Serial.begin(9600);
60	lcd.begin(16,2);
61	dht.begin();
62	
63	pinMode(button, INPUT); //initialize the pushbutton pin
64	as an output

Baris	Kode Program
65	
66	lcd.setCursor(5,0);
67	lcd.print(" Wait ");
68	lcd.setCursor(3,1);
69	lcd.print("For Second");
70	delay(1000);
71	lcd.clear();
72	}
73	
74	void loop() {
75	buttonPoll = digitalRead(button);
76	if (buttonPoll == LOW) {
77	Serial.print("Waktu mulai :");
78	time1 = millis();
79	Serial.print(time1);
80	read_sensor(baca);
81	masukan[0] = baca[0];
82	masukan[1] = baca[1];
83	masukan[2] = baca[2];
84	masukan[3] = baca[3];
85	bayes(masukan);
86	Serial.print("Waktu selesai : ");
87	time2 = millis();
88	Serial.println(time1);
89	waktu = time2 - time1;
90	Serial.print("Waktu komputasi :");
91	Serial.print(waktu);
92	Serial.println(" ms");
93	delay(1000);
94	} else {
95	//digitalWrite(redLED,LOW);
96	read_sensor(baca);
97	lcd.setCursor(0, 0);
98	lcd.print("Press button");
99	lcd.setCursor(0, 1);
100	lcd.print("to start ");
101	delay(1000);
102	lcd.clear();
103	}
104	}